INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua residual no doméstica, ejecutada los días 5 y 6 de octubre y el 8 de noviembre de 2022.

SABANALARGA-MALAMBO, ATLÁNTICO
OCTUBRE-NOVIEMBRE 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 9

2.1 NORMATIVA APLICABLE 9

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 9

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 10

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 10

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 12

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 12

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 16

4. RESULTADOS 20

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 20

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 26

5. CONCLUSIONES 32

6. BIBLIOGRAFÍA 33

7. ANEXOS 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica - AGROPECUARIA JAICAR S.A. 18

Figura 2. Localización geográfica - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. 18

Figura 3. Localización geográfica - FRIGOECOL S.A.S. 19

Figura 4. Escala de pH. 23

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento 14

Fotografía 2. AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo 14

Fotografía 3. AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas arriba (seco) 14

Fotografía 4. INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento 14

Fotografía 5.INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba 15

Fotografía 6. INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo 15

Fotografía 7. Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S. 15

Fotografía 8. Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S. 15

Fotografía 9. Aguas arriba FRIGOECOL S.A.S. (seco) 15

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH. 24

Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura. 25

Gráfica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO. 29

Gráfica 4. Cumplimiento de DBO_5 Y DQO – I 29

Gráfica 5. Cumplimiento de SST 31

Gráfica 6. Cumplimento de SST – I 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 11

Tabla 2. Identificación de la muestra. 11

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 13

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 13

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 17

Tabla 7. Mediciones en campo – AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento 20

Tabla 8. Mediciones en campo – AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo 20

Tabla 9. Mediciones en campo - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento 21

Tabla 10. Mediciones en campo - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo 21

Tabla 11. Mediciones en campo - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba 22

Tabla 12. Mediciones en campo - Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S. 22

Tabla 13. Mediciones en campo - Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S. 22

Tabla 14. Comparación con la norma – *In situ* 23

Tabla 15. Resultados de laboratorio. 26

Tabla 16. Reportes de laboratorio-II 27

Tabla 17. Anexos del informe técnico 34

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiologías del agua residual no doméstica en tres (3) puntos ubicados en el sistema de tratamiento de la empresa AGROPECUARIA JAICAR S.A., en tres (3) puntos ubicados en el sistema de tratamiento de la empresa INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. y en tres (3) puntos en el sistema de tratamiento de la empresa FRIGOECOL S.A.S.; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento al programa de seguimiento y monitoreo de la compañía, así como las exigencias de la autoridad ambiental.

El presente informe de resultados contiene las evidencias de la visita de campo realizada, donde se observa que dos (2) de los puntos denominados AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas arriba y Aguas arriba FRIGOECOL S.A.S. se encontraron secos, ya que no hay presencia de agua ni corrientes, se manifiesta que solo hay agua cuando llueve fuertemente, ese día no se presentaron precipitaciones

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos en tres (3) puntos ubicados en el sistema de tratamiento de la empresa AGROPECUARIA JAICAR S.A., en tres (3) puntos ubicados en el sistema de tratamiento de la empresa INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. y en tres (3) puntos en el sistema de tratamiento de la empresa FRIGOECOL S.A.S.; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio.

- Presentar el registro fotográfico del estado de los puntos a monitorear, corroborando que dos (2) de estos se encontraban secos, lo que imposibilita la toma de muestras.

- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada, durante el periodo de monitoreo

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente (Resolución 631 de 2015, artículos 5 y 9).

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 9:** Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades productivas de ganadería bovino, bufalino, equino y/o caprino (Beneficio) y ganadería de aves de corral (Beneficio).

2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
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.
Organizaciones en estudio	
Razón social	**AGROPECUARIA JAICAR S.A**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Sabanalarga
Actividad económica:	Procesamiento, conservación de carne y productos cárnicos
Razón social	**INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Malambo

Actividad económica:	Levante y engorde, para beneficio de aves de corral
Razón social	**FRIGOECOL S.A.S**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Malambo
Actividad económica:	Procesamiento, conservación de carne y productos cárnicos

2.3 Responsables del informe

Elaboró:

Carlos Rodriguez Arteta

Revisó

Xiomara Quintero Gamez

Daniella Hernández Ferraro

Aprobó:

Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. -SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA. SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM, a través de la Resolución 1169 del 14 de noviembre de 2022, vigente hasta el 19 de junio de 2023, y la Resolución 2577 del 8 de noviembre de 2022, vigente hasta el 16 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 1169 de 2022 Resolución 2577 de 2022
	Cloruro	
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Grasas y aceites	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Sulfatos	
	Temperatura	
LIMA S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. y LIMA S.A.S,2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		AGROPECUARIA JAICAR S.A., INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. Y FRIGOECOL S.A.S.	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
178542	12827-1	5/10/2022	AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento
178544			AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo
178545		6/10/2022	INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento
178546			INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba
178547			INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo
178548		8/11/2022	Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.
178549			Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua residual no doméstica en tres (3) puntos ubicados en el sistema de tratamiento de la empresa AGROPECUARIA JAICAR S.A., en tres (3) puntos ubicados en el sistema de tratamiento de la empresa INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. y en TRES (3) puntos en el sistema de tratamiento de la empresa FRIGOECOL S.A.S.; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento al programa de seguimiento y monitoreo de la compañía, así como las exigencias establecidas por la autoridad ambiental. Cabe destacar que dos (2) de estos puntos denominados AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas arriba y Aguas arriba FRIGOECOL S.A.S. se evidenciaron secos ya que no hay presencia de agua ni corrientes, se manifiesta que solo hay agua cuando llueve fuertemente, ese día no se presentaron precipitaciones, esto se puede evidenciar en la **Tabla 5.**

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).

Se realizó la toma de muestra los días 5 y 6 de octubre y 11 de noviembre de 2022, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestra se realizó de manera compuesta, para lo cual, se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día, a excepción del punto Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S. el cual se tomó de manera siempre, Para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los

diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	Balde	Volumétrico/ Flotador	NA	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua residual no doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B - Edición 23, 2017	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	10	0,025
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	95,6%	±0,18
Coliformes totales	SM 9221 B	97,6%	±0,20

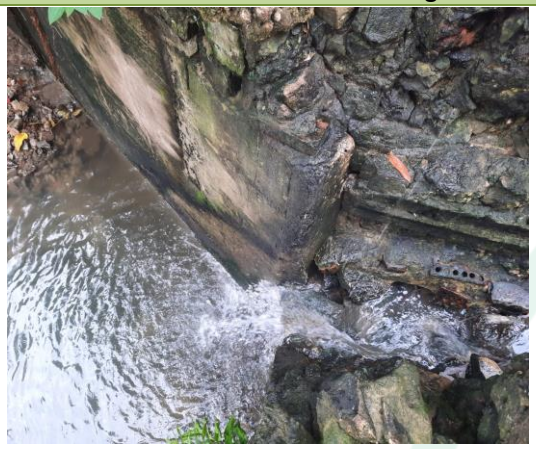
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. y LIMA S.A.S, 2022.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo compuesto –FO-PO-PSM-45-02, Planilla de campo muestreo simple – FO-PO-PSM-45-01, Aforo volumétrico – FO-PO-PSM-45-03, Aforo con flotador – FO-PO-PSM-45-05 y Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua residual no doméstica	
Fotografía 1. AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento	**Fotografía 2. AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo**
Fotografía 3. AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas arriba (seco)	**Fotografía 4. INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento**

Agua residual no doméstica	
	
Fotografía 5.INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba	**Fotografía 6. INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo**
Fotografía 7. Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.	**Fotografía 8. Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.**
Fotografía 9. Aguas arriba FRIGOECOL S.A.S. (seco)	
Descripción	

Agua residual no doméstica
Los puntos se encuentran ubicados en los sistemas de tratamiento de las empresas AGROPECUARIA JAICAR S.A., INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. Y FRIGOECOL S.A.S., localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Los cuales se denominan: • **AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento:** punto de vertimiento ubicado en la parte posterior del matadero, el agua pasa a dos piscinas antes de ser vertido al cuerpo de agua superficial. Agua de apariencia ligeramente turbia. • **AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo:** punto ubicado en la parte posterior derecha de la empresa, es un arroyo de muy bajo caudal, día no lluvioso, arroyo con abundante vegetación, el agua que recibe ha estado por días en las piscinas del vertimiento de la empresa, agua de apariencia ligeramente turbia. • **AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas arriba:** punto aguas arriba, está seco, no hay presencia de agua ni de corrientes, manifiesta que solo hay agua cuando llueve fuertemente, ese día no se presentaron precipitaciones. • **INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento:** punto en la salida de la planta de tratamiento de aguas, la planta se dedica al sacrificio de pollos para el consumo humano, agua de apariencia clara y turbia • **INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo:** punto ubicado en la parte posterior de puropollo es un arroyo que desemboca en la ciénaga de mesolandia, agua de apariencia turbia. • **INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba:** punto es una salida de agua proveniente de casas y empresas que van a la alcantarilla y son vertidas a la ciénaga de mesolandia, agua de apariencia ligeramente turbia • **Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.:** punto rodeado de vegetación, poco olor penetrante, poco material flotante, no hay olor penetrante, agua de apariencia turbia • **Aguas arriba FRIGOECOL S.A.S.:** punto aguas arriba, está seco, no hay presencia de agua ni de corrientes, manifiesta que solo hay agua cuando llueve fuertemente, ese día no había lluvia. • **Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.:** punto aguas abajo, no se percibe material flotante, ni olores penetrantes, agua de apariencia turbia.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en la salida del sistema de tratamiento de las empresas AGROPECUARIA JAICAR S.A.,

INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. Y FRIGOECOL S.A.S., localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Sabanalarga tiene un clima tropical. Los veranos tienen una gran cantidad de lluvia, mientras que los inviernos muy poca. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 27,1 °C. La precipitación aproximada es de 1655 mm. (www.es.climate-data.org/).

Malambo tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura aquí es en promedio 27,0 °C. La precipitación aproximada es de 1906 mm. (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84 (m)**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento	178542	13:45	99	10°36'45.48"N	2731378,287N
				74°55'19.70" W	4789795,894E
AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo	178544	13:30	98	10°36'43.66"N	2731321,777N
				74°55'16.48" W	4789893,399E
INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento	178545	12:45	7	10°53'19.81"N	2761819,332N
				74°46'6.54" W	4806780,711E
INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba	178546	10:00	16	10°53'24.12" N	2761952,716N
				74°46'12.19" W	4806609,960E
INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo	178547	13:00	5	10°53'24.19"N	2761956,995N
				74°46'3.93" W	4806245,675E
Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.	178548	17:30	43	10°51'41.04"N	2758810,091N
				74°48'23.73" W	4802597,776E
Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.	178549	17:00	46	10°51'38.48"N	2758731,654N
				74°48'24.81" W	4802564,518E
Aguas arriba FRIGOECOL S.A.S. (seco)	178550	17:40		10°51'38.78"N	2758740,713N
				74°48'23.95"W	4802590,683E
AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas arriba (seco)	178543	14:00	98	10°36'44.20"N	2731339,129N
				74°55'20.55" W	4789769,820E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Figura 1. Localización geográfica - AGROPECUARIA JAICAR S.A.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica - FRIGOECOL S.A.S.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas, se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, y el artículo 9: Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades productivas de agroindustria y ganadería.

4.1 Mediciones en campo

De la **Tabla 7** a la **Tabla 13,** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 14** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento

AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento	Hora	05/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	11:45	8,40	31,9	0,1355	5,1	1978
Alícuota 2	12:15	8,36	31,9	0,1272	5,1	1979
Alícuota 3	12:45	8,33	31,2	0,1221	4,8	1975
Alícuota 4	13:15	8,30	30,8	0,1395	4,6	1965
Alícuota 5	13:45	8,31	30,6	0,1141	4,2	1978
Mínimo		8,30	30,6	0,128*	4,2	1965
Máximo		8,40	31,9		5,1	1979

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo

AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo	Hora	05/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	11:30	8,31	31,6	0,2909	4,6	4660
Alícuota 2	12:00	8,29	31,5	0,2898	4,4	4650
Alícuota 3	12:30	8,36	31,9	0,2900	4,6	4630
Alícuota 4	13:00	8,38	31,1	0,2901	4,6	4640
Alícuota 5	13:30	8,35	31,8	0,2896	4,6	4720

AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo	Hora	05/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Mínimo		8,29	31,1	0,2901*	4,4	4630
Máximo		8,38	31,9		4,6	4720

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Mediciones en campo - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento

INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento	Hora	06/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	10:45	7,12	29,9	5,0847	4,8	2000
Alícuota 2	11:15	7,35	30,1	10,3448	4,4	2028
Alícuota 3	11:45	7,38	29,5	12,0000	4,0	2100
Alícuota 4	12:15	7,49	28,8	10,6194	4,1	2130
Alícuota 5	12:45	7,52	28,8	8,8235	4,2	2120
Mínimo		7,12	28,8	9,374*	4,0	2000
Máximo		7,59	30,1		4,8	2130

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 10. Mediciones en campo - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo

INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo	Hora	06/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	11:00	7,56	30,6	175,59	4,2	1999
Alícuota 2	11:30	7,48	30,8	175,51	4,0	1999
Alícuota 3	12:00	7,55	30,4	178,61	3,8	1999
Alícuota 4	12:30	7,42	30,7	181,16	3,9	1999
Alícuota 5	13:00	7,52	30,4	172,92	3,7	1890
Mínimo		7,42	30,4	176,758*	3,7	1890
Máximo		7,56	30,8		4,2	1999

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 11. Mediciones en campo - INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba

INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba	Hora	06/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	8:00	8,22	28,8	1,851	5,2	446
Alícuota 2	8:30	7,64	28,9	2,325	5,3	442
Alícuota 3	9:00	7,54	29,0	2,083	5,3	433
Alícuota 4	9:30	7,57	29,1	2,173	5,1	432
Alícuota 5	10:00	7,62	29,3	1,960	4,9	429
Mínimo		7,54	28,8	2,078*	4,9	429
Máximo		8,22	29,3		5,3	446

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 12. Mediciones en campo - Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.

Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.	Hora	08/11/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	15:00	7,92	32,3	0,0806	9,4	2300
Alícuota 2	15:30	8,23	32,5	0,1042	9,1	2300
Alícuota 3	16:00	8,05	32,1	0,0577	8,9	2100
Alícuota 4	16:30	7,90	32,7	0,0870	8,4	2500
Alícuota 5	17:00	7,88	32,4	0,0978	9,2	2900
Mínimo		7,88	32,1	0,0855*	8,4	2100
Máximo		8,23	32,7		9,4	2900

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 13. Mediciones en campo - Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.

Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.	Hora	08/1012022				
		Parámetros *In-Situ*				
		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	17:30	7,87	32,3	*	9,4	2310

*Nota: A petición y a solicitud del cliente, este punto se tomó de manera simple, *: No pudo ser tomada debido a la naturaleza de la muestra.*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 14. Comparación con la norma – *In situ*

Parámetros	AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento	AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo	INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento	INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba	INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo	Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.	Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.*	Res 631 2015	Cumplimiento
	ID 178542	ID 178544	ID 178545	ID 178546	ID 178547	ID 178548	ID 178549	Art 9	
pH (unidades)	8,30 - 8,40	8,29 - 8,38	7,12 - 7,59	7,54 - 8,22	7,42 - 7,56	7,88 - 8,23	7,87	6,00 – 9,00	Cumplen
Temperatura (°C)	30,6 - 31,9	31,1 - 31,9	28,8 - 30,1	28,8 - 29,3	30,4 - 30,8	32,1 - 32,7	32,3	≤40,00**	Cumplen

**: A petición y a solicitud del cliente, este punto se tomó de manera simple, **: Artículo 5*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 4** (Prichard, 2003).

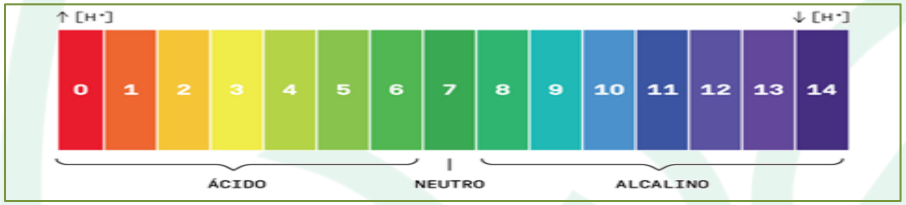
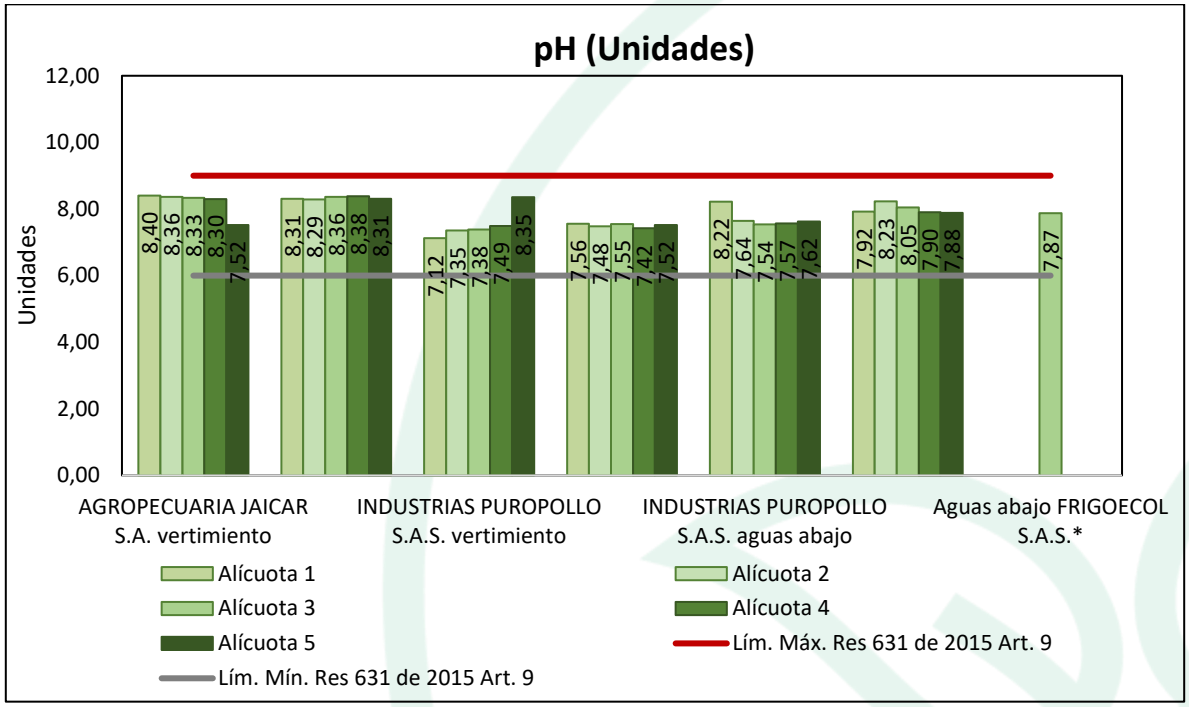


Figura 4. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's para INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento, INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo y Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S. tienen un comportamiento neutro. AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento y AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo tienen comportamiento alcalino. Para el caso de INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba y Punto de descarga FRIGOECOL

S.A.S. el comportamiento presenta un rango neutros y alcalinos, los valores arrojados se encuentran dentro del rango de 6,00 a 9,00 unidades, reflejando cumplimiento, con respecto al artículo 9, de la Resolución 0631 de 2015, lo anterior se puede ver reflejado en la **Gráfica 1.**

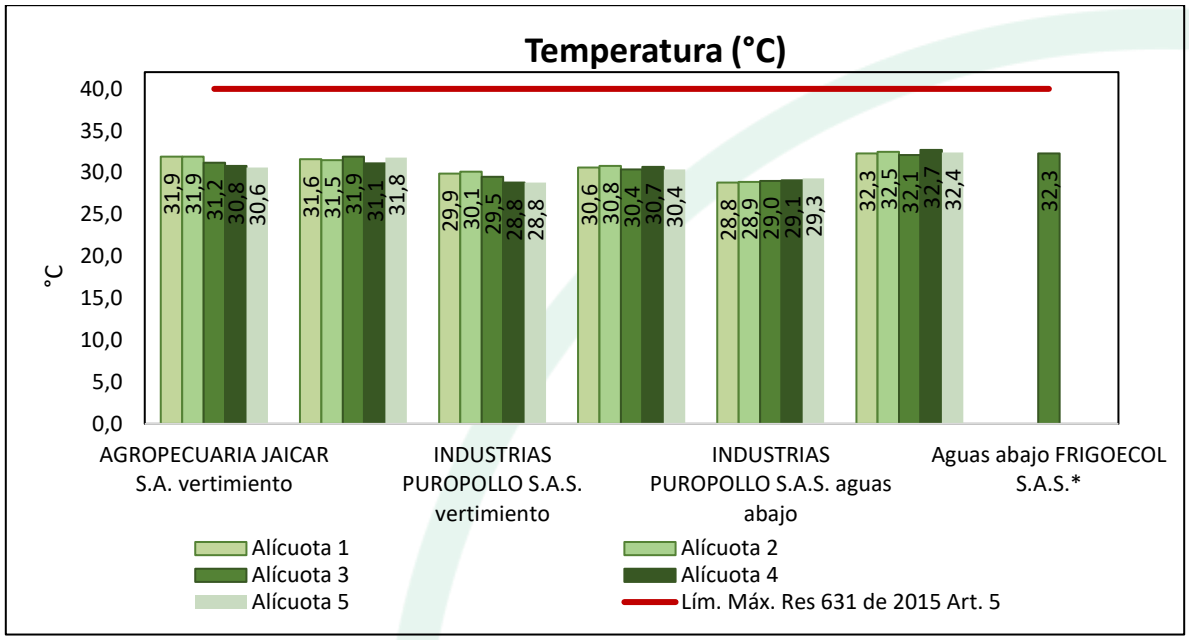


**: A petición y a solicitud del cliente, este punto se tomó de manera simple*

Gráfica 1. Cumplimiento de pH.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 0631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



**: A petición y a solicitud del cliente, este punto se tomó de manera simple*

Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, se presentó un rango promedio para AGROPECUARIA JAICAR S.A.S. vertimiento y AGROPECUARIA JAICAR S.A.S. aguas abajo de entre 0,128 L/s a 0,2901 L/s respectivamente, para los puntos INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. de entre 2,078 L/s a 176,758 L/s respectivamente y para el Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S un promedio de 0,0855 L/s.

En relación con el oxígeno disuelto en agua, este arrojo rangos comprendidos entre 4,2 a 5,1 mg/L para los puntos AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento y AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo, entre 4,0 a 5,3 mg/L para los puntos INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento, INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo e INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba y 9,4 mg/L para ambos puntos Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S. y punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.

Por último, para la conductividad, arrojó rangos comprendidos entre 1965 a 4720 µS/cm para los puntos AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento y AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo, entre 429 a 2130 µS/cm para los puntos INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento, INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo e INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba y entre 2310 a 2900 µS/cm para los puntos Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S. y punto de descarga FRIGOECOL S.A.S..

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 15** y **Tabla 16**se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 15. Resultados de laboratorio.

Parámetros	Unidades	Incertidumbre	AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento	AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo	Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S.	Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S.	Res 631/2015 Art. 9 (bovino, bufalino, beneficio)	Cumplimiento
			05/10/2022	05/10/2022	08/11/2022	08/11/2022		
			ID 178542	ID 178544	ID 178549	ID 178548		
Cloruros	mg Cl^-/L	0,087	380	743*	1479*	1122*	500,00	Cumple/No cumplen*
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	46,5	62,9	74,0	73,3	450,00	Cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	112	155	680	175	900,00	Cumplen
Fenoles	mgpHOH/L	0,0081	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	< 10	< 10	< 10	< 10	50,00	Cumplen
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	68,0	119,5	75,0	66,0	200,00	Cumplen
Sulfatos	mg SO_4^-/L	0,025	10	42	< 10	< 10	500,00	Cumplen
Microbiológicos								
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	±0,18	330000	220000	1700	780	NE	NA
Coliformes Totales		±0,20	16000000	1600000	4900	1300	NE	NA

NE: No especifica, NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. y LIMA S.A.S,2022.

Tabla 16. Reportes de laboratorio-II

Parámetros	Unidades	Incertidumbre	INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento 06/10/2022 ID 178545	INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba 06/10/2022 ID 178546	INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo 06/10/2022 ID 178547	Res 631/2015 Art. 9 (Ganadería de aves de corral, beneficio)	Cumplimiento
Cloruros	mg Cl^-/L	0,087	792*	146	353*	250,00	Cumplen/No Cumplen*
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	205,9	2,0	226,5	300,00	Cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	510	10	585	650,00	Cumplen
Fenoles	mgpHOH/L	0,0081	< 0,1	< 0,1	< 0,1	NE	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	27	< 10	53*	40,00	Cumple/ No cumple*
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	75,0	21,8	71,5	100,00	Cumplen
Sulfatos	mg SO_4^-/L	0,025	56	31	28	250,00	Cumplen
Microbiológicos							
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	±0,18	33000000	330000	24000000	NE	NA
Coliformes Totales		±0,20	130000000	330000	24000000	NE	NA

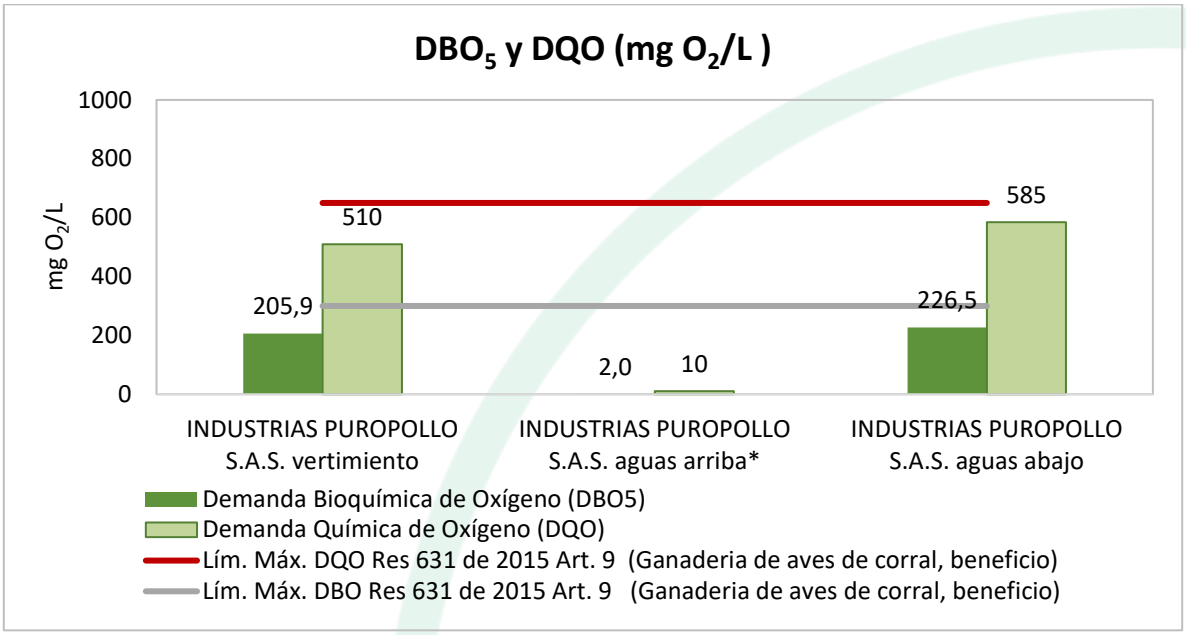
NE: No especifica, NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. y LIMA S.A.S,2022.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo del máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015 artículo 9, (Bovino, bufalino, beneficio) y (Ganadería de aves de corral, beneficio), lo cual permite identificar que los puntos monitoreados presentan adecuadas condiciones de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere.

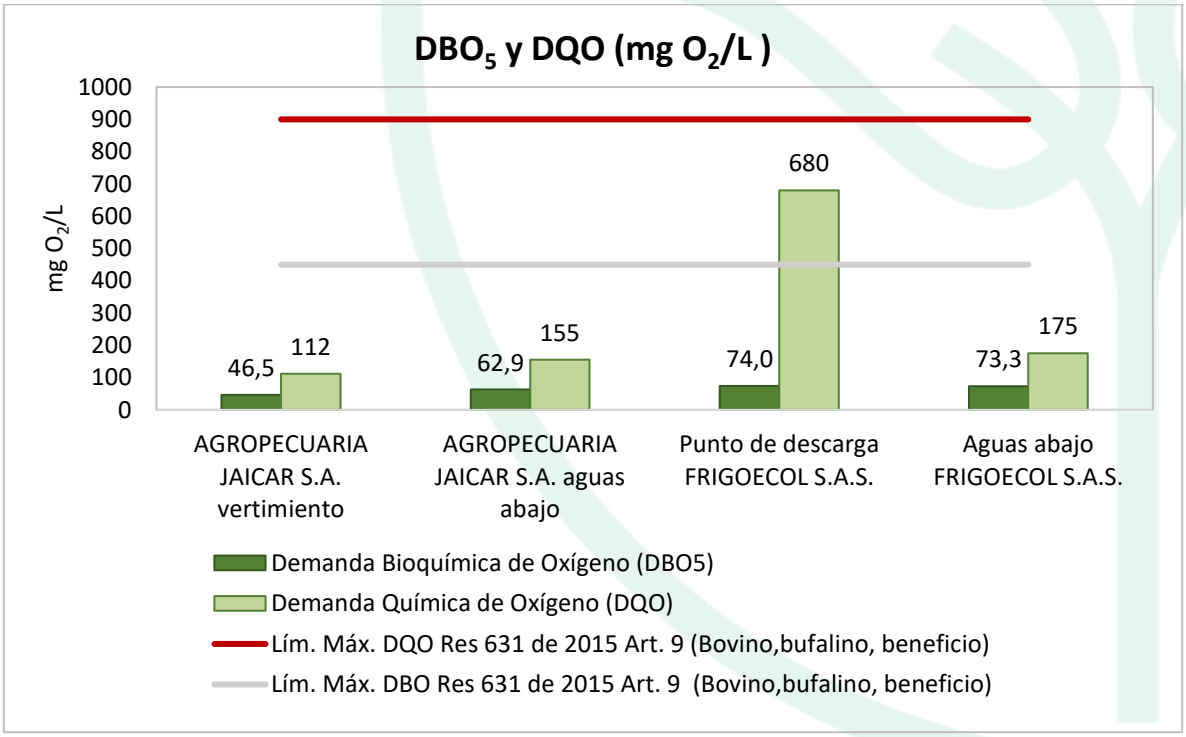
Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para los puntos de monitoreo con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015 artículo 9, (Bovino, bufalino, beneficio) y (Ganadería de aves de corral, beneficio), lo cual se puede observar en las **Gráfica 3** y **Gráfica 4.**



**: Valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica del laboratorio*

Gráfica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



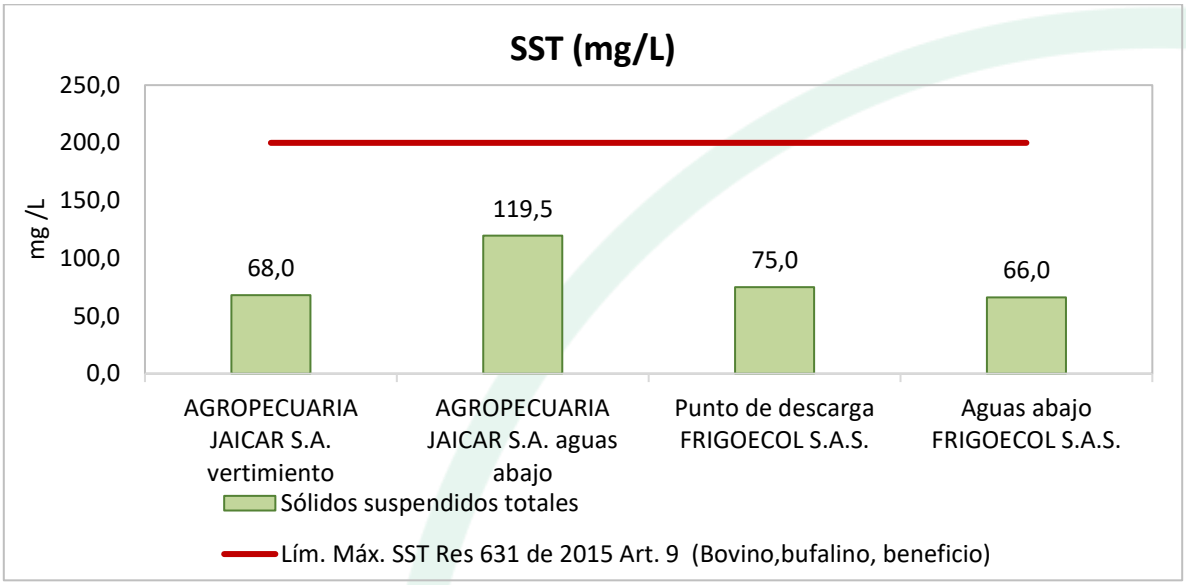
Gráfica 4. Cumplimiento de DBO_5 Y DQO – I

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

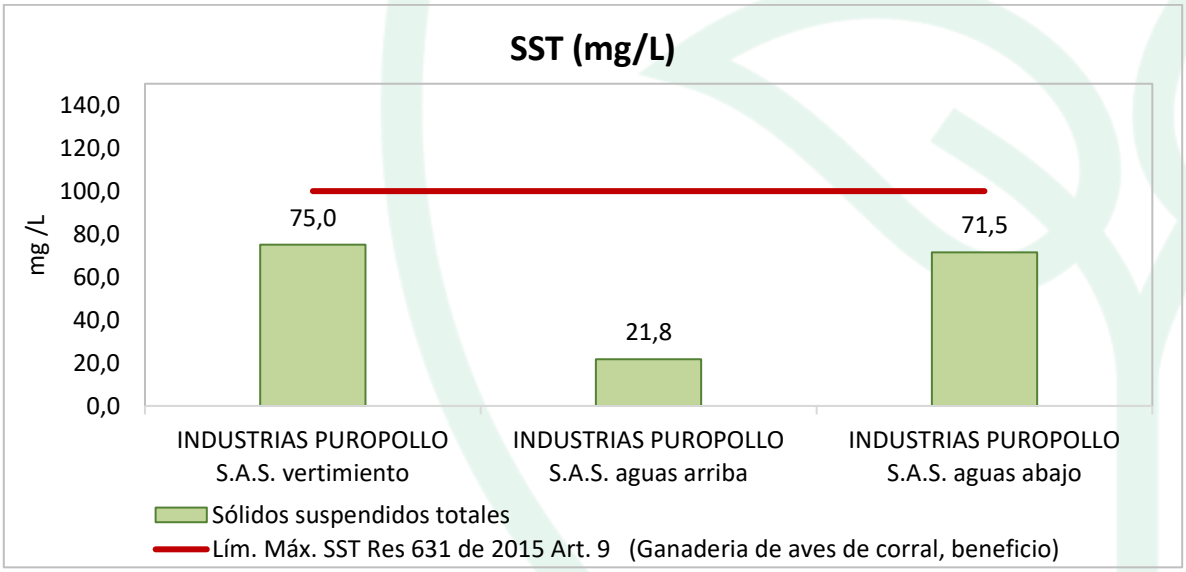
Las concentraciones obtenidas de cloruros en los puntos de monitoreo presentaron cumplimento respecto al máximo permisible establecido en la norma, a excepción de los puntos AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo, INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento, Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S., INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo y Aguas abajo FRIGOECOL S.A.S. que presentaron desviación con respecto al artículo 9 (Bovino, bufalino, beneficio) y (Ganadería de aves de corral, beneficio) de la Resolución 631 de 2015. Por otro lado, para los sulfatos se obtuvieron concentraciones bajas y/o por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica del laboratorio cumpliendo con lo establecido en la normativa antes mencionada.

Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en los puntos de monitoreo reportaron concentraciones bajas y/o por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio evidenciando cumplimiento normativo, a excepción del punto INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo que presentó desviación con respecto a la Resolución 0631 de 2015, artículo 9 (Ganadería de aves de corral, beneficio).

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentaron cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 9 (Bovino, bufalino, beneficio) y (Ganadería de aves de corral, beneficio), lo que se puede observar en la **Gráfica 5** y **Gráfica 6.**



Gráfica 5. Cumplimiento de SST
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 6. Cumplimento de SST – I
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Las Fenoles presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio, Por último, para los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentan concentraciones características del tipo de muestra analizada. Cabe resaltar que estos parámetros no presentan lineamiento establecido en la normativa aplicable.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH y temperatura, se evidenció un cumplimiento del 100% con respecto a los valores y rangos máximos establecidos en los artículos 5 y 9 de la Resolución 0631 de 2015 para todos los puntos de monitoreo.

Con respecto a los resultados de laboratorio se presentó cumplimiento del 100% para los puntos AGROPECUARIA JAICAR S.A. vertimiento e INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas arriba; del 83,33% de cumplimiento para los puntos AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas abajo, INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. vertimiento, Punto de descarga FRIGOECOL S.A.S. y Agua abajo FRIGOECOL S.A.S., y del 66,66% de cumplimiento para el punto INDUSTRIAS PUROPOLLO S.A.S. aguas abajo con respecto a lo establecido en el artículo 9 (Bovino, bufalino, beneficio) y (Ganadería de aves de corral, beneficio) de la Resolución 631 de 2015 . Cabe destacar que dos (2) de los puntos denominados AGROPECUARIA JAICAR S.A. aguas arriba y Aguas arriba FRIGOECOL S.A.S. se encontraron secos, ya que no hay presencia de agua ni corrientes, se manifiesta que solo hay agua cuando llueve fuertemente.

Para el caso de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentaron concentraciones características del tipo de agua analizada.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

27 de febrero 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/sabanalarga-50358/ y https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/malambo-876051/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapitulooIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 17** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 17. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	Reporte SERAMBIENTE	3
	LIMA S.A.S.	Reporte LIMA	4
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Cadenas de custodia	6
		Formatos de campo	18
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1169 de 2022	9
		Resolución 2577 de 2022	30
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11
Anexo 4. Certificados de calibración			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua residual no doméstica, ejecutada los días 5, 6 y el 19 de octubre de 2022.

BARRANQUILLA-MALAMBO-SABANAGRANDE, ATLÁNTICO
OCTUBRE 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 10

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 12

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 12

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 16

4. RESULTADOS 19

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 19

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 25

5. CONCLUSIONES 33

6. BIBLIOGRAFÍA 34

7. ANEXOS 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica – Gelco S.A.S. 17

Figura 2. Localización geográfica – Postobón S.A. 18

Figura 3. Localización geográfica – Ingredion Colombia S.A. 18

Figura 4. Escala de pH. 22

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Gelco vertimiento 15

Fotografía 2. Gelco aguas arriba..... 15

Fotografía 3. Gelco aguas abajo 15

Fotografía 4. Postobón S.A vertimiento 15

Fotografía 5. Postobón S.A aguas arriba* 15

Fotografía 6. Postobón S.A aguas abajo 15

Fotografía 7. vertimiento pozo séptico ingredion S.A 15

Fotografía 8. Toma de muestra vertimiento pozo séptico ingredion S.A..... 15

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH. 22

Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura. 23

Gráfica 3. Cumplimiento de Cloruros - I – Art 12 Res 631/2015. 27

Gráfica 4. Cumplimiento de Cloruros– II - Art 12 Res 631/2015. 28

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – I - Art 12 Res 631/2015. 29

Gráfica 6. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – II - Art 12 Res 631/2015. 30

Gráfica 7. Cumplimiento de SST – I - Art 12 Res 631/2015. 31

Gráfica 8. Cumplimiento de SST – II - Art 12 Res 631/2015. 32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 10

Tabla 2. Identificación de la muestra. 11

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 13

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 13

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 16

Tabla 7. Mediciones en campo – Gelco vertimiento 19

Tabla 8. Mediciones en campo – Gelco aguas arriba 20

Tabla 9. Mediciones en campo – Gelco aguas abajo 20

Tabla 10. Mediciones en campo – Postobón S.A vertimiento 20

Tabla 11. Mediciones en campo – Postobón S.A aguas abajo 21

Tabla 12. Mediciones en campo – vertimiento pozo séptico ingredion S.A. 21

Tabla 13. Comparación con la norma – *In situ* 21

Tabla 14. Mineralización del agua a partir de la conductividad. 24

Tabla 15. Resultados de laboratorio-I. 25

Tabla 16. Resultados de laboratorio-II. 26

Tabla 17. Anexos del informe técnico 36

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual no doméstica en el área de estudio de las organizaciones GELCO S.A.S en tres (3) puntos, POSTOBÓN S.A. en tres (3) puntos, y en INGREDION COLOMBIA S.A. en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental.

Cabe resaltar que, no fue posible la toma de muestras en la organización POSTOBÓN S.A. en un (1) punto, debido a que el punto se encontró seco; y en la organización INGREDIÓN COLOMBIA S.A. en dos (2) puntos, ya que el vertimeinto es a un pozo séptico y el caudal no es constante por ende la muestra no es representativa y no hay aguas arriba ni aguas abajo.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos en puntos ubicados en el área de estudio de las organizaciones GELCO S.A.S en tres (3) puntos, POSTOBÓN S.A. en tres (3) puntos, y en INGREDION COLOMBIA S.A. en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio. Cabe resaltar que, no fue posible la toma de muestras en la organización POSTOBÓN S.A. en un (1) punto, debido a que el punto se encontró seco; y en la organización INGREDIÓN COLOMBIA S.A. en dos (2) puntos, ya que el vertimeinto es a un pozo séptico y el caudal no es constante por ende la muestra no es representativa y no hay aguas arriba ni aguas abajo

- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada, durante el periodo de monitoreo

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente (Resolución 631 de 2015, artículos 5 y 12).

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 12:** parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con elaboración de productos alimenticios y bebidas.

2.2Información de la organización

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
Actividad económica:	Organización 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.
Organizaciones en estudio	
Razón social	**GELCO S.A.S**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
Actividad económica:	Fabricación de otros productos químicos n.c.p, fabricación de gelatina y sus derivados, de pectonas y sus derivados, etc.

Razón social	**POSTOBÓN S.A.**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Malambo
Actividad económica:	Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas; comercio al por mayor de bebidas y tabaco

Razón social	**INGREDION COLOMBIA S.A.**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Sabanagrande
Actividad económica:	Elaboración de almidones y productos derivados del almidón; comercio al por mayor no especializado

2.3 Responsables del informe

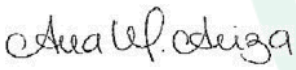
Elaboró:

Sigry Cervantes Polo

Revisó

Xiomara Quintero Gamez

Aprobó:



Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA en las organizaciones GELCO S.A.S, POSTOBÓN S.A. e INGREDION COLOMBIA S.A. **SERAMBIENTE S.A.S.**, es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM, a través de la Resolución 1169 del 14 de noviembre de 2022, vigente hasta el 19 de junio de 2023 y la Resolución 2577 del 8 de noviembre de 2022, vigente hasta el 16 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 1169 de 2022 Resolución 2577 de 2022
	Cloruro	
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Grasas y aceites	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Sulfatos	
	Temperatura	
LIMA S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Cadmio total	Resolución 0780 de 2022
	Cobre total	
	Cromo total	
	Mercurio total	
	Plomo total	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, y CIS LAB., 2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		GELCO S.A.S, POSTOBÓN S.A. e INGREDION COLOMBIA S.A.	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
178551	13799	5/10/2022	Gelco vertimiento
178552			Gelco aguas arriba
178553			Gelco aguas abajo
178554		6/10/2022	Postobón S.A vertimiento
178556			Postobón S.A aguas arriba*
178555			Postobón S.A aguas abajo
178557		19/10/2022	vertimiento pozo séptico ingredion S.A.
178558			Ingredion aguas arriba
178559			Ingredion aguas abajo

**: Punto seco*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua residual no doméstica en el área de estudio de GELCO S.A.S en tres (3) puntos, POSTOBÓN S.A. en tres (3) puntos, y en INGREDION COLOMBIA S.A. en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental. Cabe resaltar que, no fue posible la toma de muestras en la organización POSTOBÓN S.A. en un (1) punto, debido a que el punto se encontró seco; y en la organización INGREDIÓN COLOMBIA S.A. en dos (2) puntos, ya que el vertimeinto es a un pozo séptico y el caudal no es constante por ende la muestra no es representativa y no hay aguas arriba ni aguas abajo.

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).

Se realizó la toma de muestra los días 5, 6 y 19 de octubre de 2022, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestra se realizó de manera compuesta, para lo cual, se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar. Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se

dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	Balde	Volumétrico	NA	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua residual no doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B - Edición 23, 2017	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	10	0,025
Metales totales			
Cadmio total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,071
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,085
Mercurio total	SM 3112 B. 3120 B 2017	0,0005	0,196
Plomo total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,003	0,200
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	1,8	±0,18
Coliformes totales	SM 9221 B	1,8	±0,20

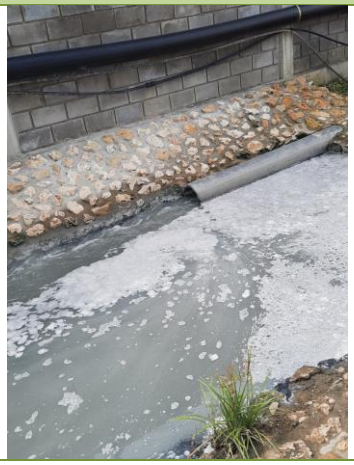
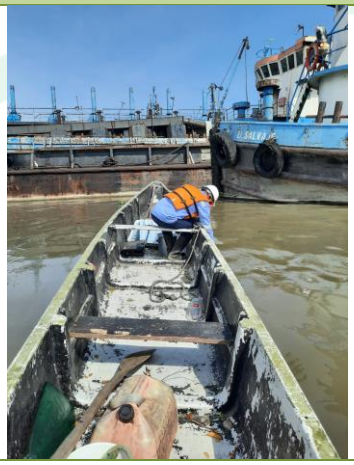
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, CIS LAB., 2022.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo compuesto –FO-PO-PSM-45-02, Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua residual no doméstica
Descripción
Los puntos se encuentran ubicados en el área de estudio de las organizaciones GELCO S.A.S en tres (3) puntos, POSTOBÓN S.A. en tres (3) puntos, y en INGREDION COLOMBIA S.A. en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Los cuales se denominan: • **Gelco vertimiento:** punto ubicado en la salida de la planta de tratamiento de agua de la organización Gelco y es vertida al río Magdalena, agua de apariencia ligeramente turbia. El caudal no pudo ser medido debido a que la salida del vertimiento es un tubo y el nivel del agua está por la mitad del tubo, por lo que la muestra fue tomada en una llave del tubo de vertimiento. • **Gelco aguas arriba:** punto ubicado en la periferia del río Magdalena , aguas arriba de la zona de vertimiento de Gelco, al lado se encuentra el muelle de carga de la organización Bitco, agua de apariencia turbia. • **Gelco aguas abajo:** punto ubicado en el río Magdalena , la velocidad del agua no es muy elevada, una organización de barcos queda cerca al punto, poca presencia de vegetación flotante, agua de apariencia turbia. • **Postobón S.A. vertimiento:** punto salida de la planta de tratamiento de aguas de la organización Postobón, vierten a un canal de aguas lluvias que posteriormente llega a los humedales, agua de apariencia clara para las dos primeras alícuotas y turbia en las restantes. • **Postobón S.A. aguas arriba:** el punto se declaró como seco debido a que es un canal de agua lluvia hecho por la organización Postobón , solo tiene agua cuando llueve por lo cual no es representativo para el estudio , adicional no contenía agua en el momento del monitoreo. • **Postobón S.A. aguas abajo:** punto es una salida de agua proveniente de casas y organizaciones que van a la alcantarilla y son vertidas a la ciénaga de Mesolandia, agua de apariencia turbia. • **Vertimiento pozo séptico ingredion S.A:** punto de monitoreo dentro de las instalaciones de Ingredion S.A., presenta objetos flotantes y fuertes olores, agua procedente de los baños de operarios. Agua de apariencia clara. • Los puntos **ingredion aguas arriba e ingredion aguas abajo,** no pudieron ser tomadas ya que el vertimiento es a un pozo séptico y el caudal no es constante por ende la muestra no es representativa y no hay aguas arriba ni aguas abajo.

Agua residual no doméstica		
		
Fotografía 1. Gelco vertimiento	**Fotografía 2. Gelco aguas arriba**	**Fotografía 3. Gelco aguas abajo**
Fotografía 4. Postobón S.A vertimiento	**Fotografía 5. Postobón S.A aguas arriba***	**Fotografía 6. Postobón S.A aguas abajo**
Fotografía 7. vertimiento pozo séptico ingredion S.A	**Fotografía 8. Toma de muestra vertimiento pozo séptico ingredion S.A**	

**: punto seco.*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en el área de estudio de las organizaciones GELCO S.A.S, POSTOBÓN S.A. y INGREDION COLOMBIA S.A., localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Barranquilla tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 27,1°C. La precipitación es de 1396 mm aproximadamente. (www.es.climate-data.org/).

Malambo tiene un clima tropical. Los veranos tienen una gran cantidad de lluvia, mientras que los inviernos muy poca. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 27,0 °C. La precipitación aproximada es de 1906 mm. (www.es.climate-data.org/).

Sabanagrande tiene un clima tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura aquí es en promedio 27,1 °C. La precipitación aproximada es de 1906 mm. (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Gelco vertimiento	178551	10:00	4	10°58’53,59” N	2772067,440 N
				74°45’43,90” W	4807527,853 E
Gelco aguas arriba	178552	12:00	3	10°58’53,72” N	2772070,114 N
				74°45’36,48” W	4807753,063 E
Gelco aguas abajo	178553	12:15	3	10°58’58,90” N	2772229,304 N
				74°45’36,96” W	4807739,428 E
Postobón S.A vertimiento	178554	16:00	17	10°49’46,03” N	2755257,676 N
				74°46’32,74” W	4805946,972 E
Postobón S.A aguas arriba*	178556	16:30	18	10°49’46,48” N	2755272,171 N
				74°46’36,54” W	4805831,668 E

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Postobón S.A aguas abajo	178555	16:15	15	10°49'44,58" N	2755211,724 N
				74°46'24,73" W	4806189,931 E
vertimiento pozo séptico ingredion S.A	178557	14:30	6	10°48'38,75" N	2753182,246 N
				74°45'42,06" W	4807473,898 E

**: punto seco.*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Figura 1. Localización geográfica – Gelco S.A.S.

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica – Postobón S.A.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica – Ingredion Colombia S.A.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas, se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, el artículo 12: parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con elaboración de productos alimenticios y bebidas., para las actividades de elaboración de productos alimenticios y elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas.

4.1 Mediciones en campo

De la **Tabla 7** a la **Tabla 12** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 13** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – Gelco vertimiento

Gelco vertimiento	Hora	5/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	8:00	7,68	31,5	NM	4,8	5090
Alícuota 2	8:30	8,01	31,5	NM	4,5	5020
Alícuota 3	9:00	7,72	31,5	NM	4,3	5030
Alícuota 4	9:30	7,65	31,5	NM	4,7	5080
Alícuota 5	10:00	7,75	31,5	NM	4,5	5075
Mínimo		7,65	31,5	-	4,3	5020
Máximo		8,01			4,8	5090

NM: No Medido, debido al diseño de salida del sistema.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – Gelco aguas arriba

Gelco aguas arriba	Hora	5/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	10:00	7,23	29,8	192,19	5,0	1436
Alícuota 2	10:30	7,07	29,9	189,64	4,6	1440
Alícuota 3	11:00	7,16	30,1	214,45	4,5	1449
Alícuota 4	11:30	7,19	29,9	192,68	4,7	1441
Alícuota 5	12:00	7,27	29,8	189,78	4,2	1451
Mínimo		7,07	29,8	195,75*	4,2	1436
Máximo		7,27	30,1		5,0	1451

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Mediciones en campo – Gelco aguas abajo

Gelco aguas abajo	Hora	5/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	10:15	7,33	30,8	204,04	3,7	276
Alícuota 2	10:45	7,41	30,6	205,81	3,5	279
Alícuota 3	11:15	7,69	30,9	204,87	3,9	277
Alícuota 4	11:45	7,39	30,4	212,87	4,1	254
Alícuota 5	12:15	7,59	30,8	209,52	3,8	277
Mínimo		7,33	30,4	207,42*	3,5	254
Máximo		7,69	30,9		4,1	279

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 10. Mediciones en campo – Postobón S.A vertimiento

Postobón S.A vertimiento	Hora	6/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	14:00	7,94	34,7	8,66	3,1	1758
Alícuota 2	14:30	8,45	32,2	8,50	3,4	1759
Alícuota 3	15:00	8,47	32,2	8,03	3,2	1744
Alícuota 4	15:30	8,48	32,1	8,09	3,3	1749
Alícuota 5	16:00	8,49	32,0	8,48	3,1	1741
Mínimo		7,94	32,0	8,35*	3,1	1741
Máximo		8,49	34,7		3,4	1759

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 11. Mediciones en campo – Postobón S.A aguas abajo

Postobón S.A aguas abajo	Hora	6/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	14:15	8,27	33,9	23,93	3,6	1296
Alícuota 2	14:45	8,31	34,1	22,35	3,5	1290
Alícuota 3	15:15	8,53	33,7	22,58	3,2	1287
Alícuota 4	15:45	8,40	32,9	22,64	3,7	1301
Alícuota 5	16:15	8,36	33,8	22,46	3,5	1290
Mínimo		8,27	32,9	22,79*	3,2	1287
Máximo		8,53	34,1		3,7	1301

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 12. Mediciones en campo – vertimiento pozo séptico ingredion S.A.

vertimiento pozo séptico ingredion S.A.	Hora	19/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	12:00	7,69	29,8	0,375	2,9	1474
Alícuota 2	12:30	7,47	29,8	0,402	2,8	1457
Alícuota 3	13:00	7,65	29,2	0,413	2,3	1488
Alícuota 4	13:30	7,55	28,9	0,421	2,5	1467
Alícuota 5	14:00	7,23	28,8	0,398	2,1	1457
Mínimo		7,23	28,8	0,402*	2,1	1457
Máximo		7,69	29,8		2,9	1488

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 13. Comparación con la norma – *In situ*

Puntos de monitoreo	Parámetros *In-Situ*		Res 631 2015		Cumplimiento
	pH (Unidades)	Temperatura °C	Art 5	Art 12	
Gelco vertimiento	7,65-8,01	31,5	≤40,00	6,00 – 9,00	Cumplen
Gelco aguas arriba	7,07-7,27	29,8-30,1			Cumplen
Gelco aguas abajo	7,33-7,69	30,4-30,9			Cumplen
Postobón S.A vertimiento	7,94-8,49	32,0-34,7			Cumplen
Postobón S.A aguas abajo	8,27-8,53	32,9-34,1			Cumplen
vertimiento pozo séptico ingredion S.A.	7,23-7,69	28,8-29,8			Cumplen

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 4** (Prichard, 2003).

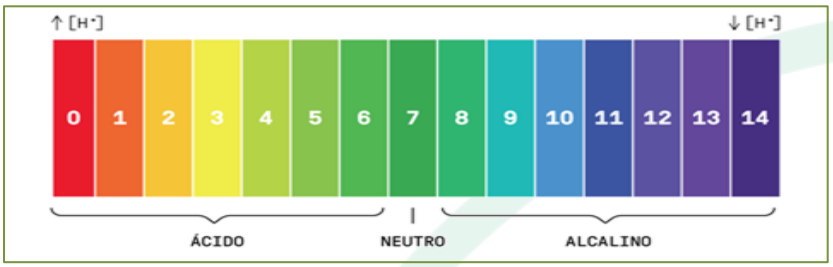
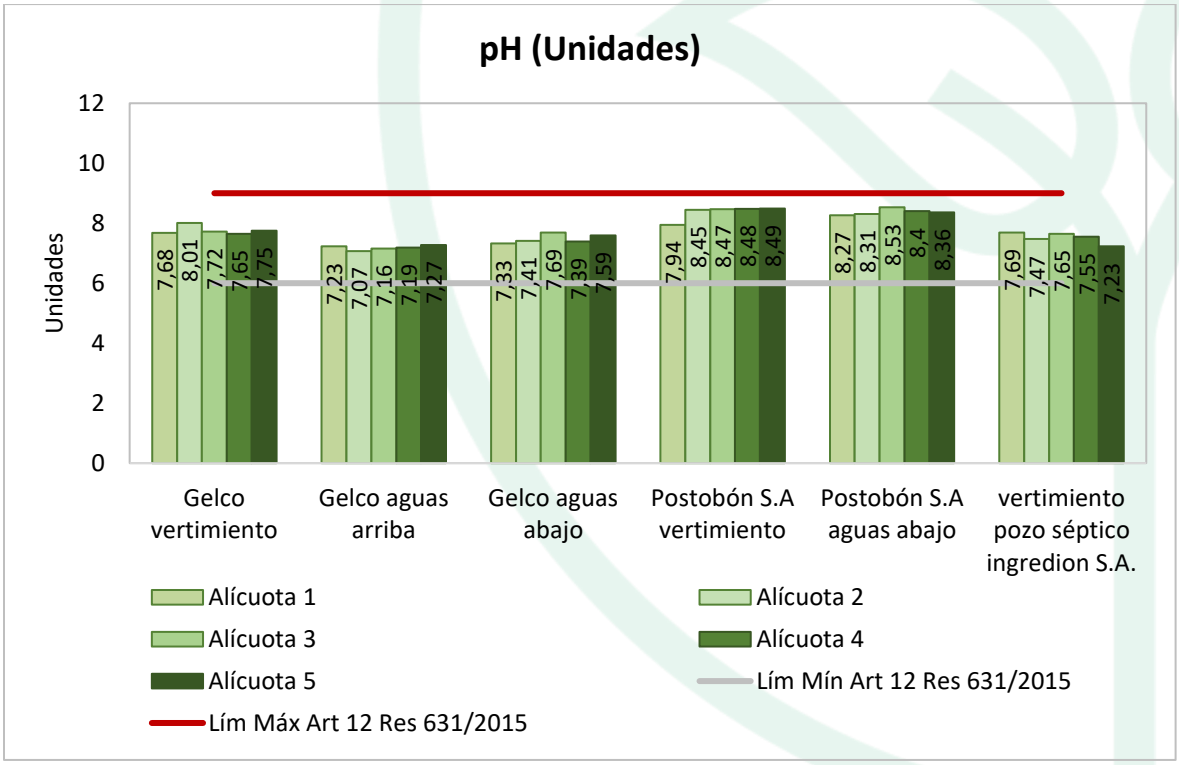


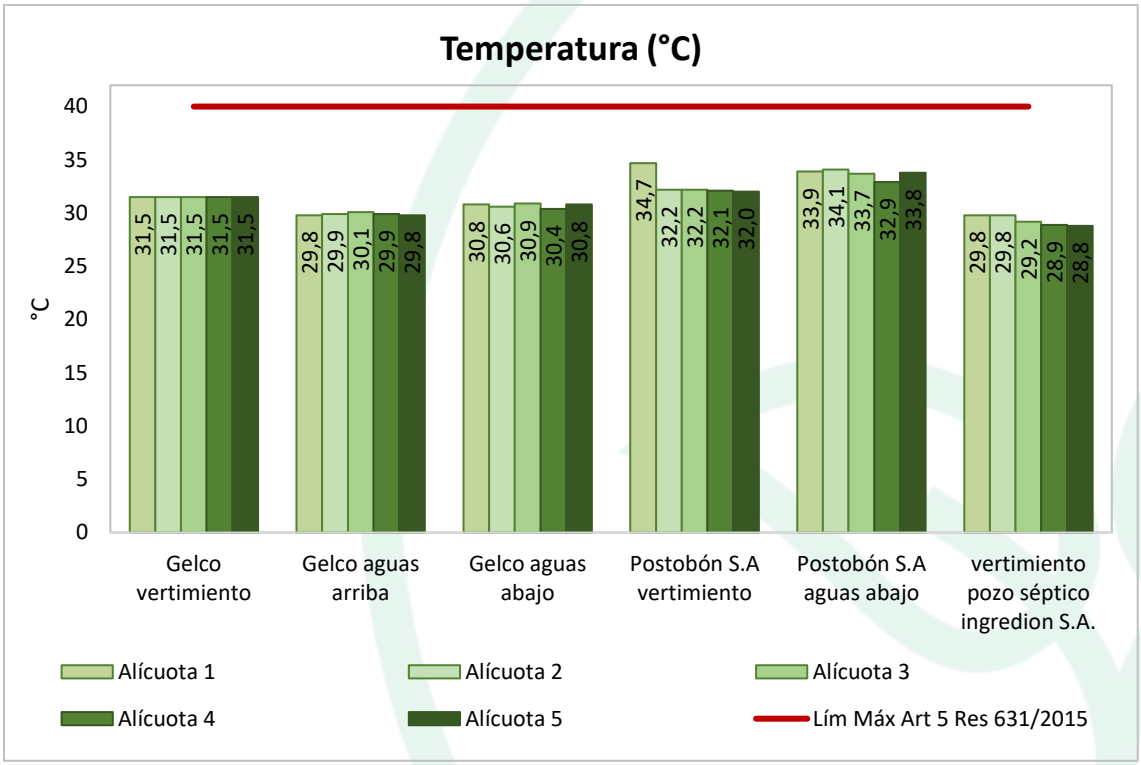
Figura 4. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento neutro y alcalino en los puntos de monitoreo; los valores arrojados se encuentran dentro del rango de 6,00 a 9,00 unidades, reflejando cumplimiento, con respecto al artículo 12, de la Resolución 631 de 2015; para las actividades de elaboración de productos alimenticios y elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas. Lo anterior se puede ver reflejado en la **Gráfica 1.**



Gráfica 1. Cumplimiento de pH.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, se presentó un promedio de 195,75 L/s para el punto Gelco aguas arriba y de 207,42 L/s para el punto Gelco aguas abajo, cabe resaltar que para el punto Gelco vertimiento El caudal no pudo ser medido debido a que la salida del vertimiento es un tubo y el nivel del agua está por la mitad del tubo; para los puntos Postobón S.A. vertimiento, Postobón S.A. aguas abajo los promedios fueron de 8,35 y 22,79 L/s respectivamente; por último, para el punto vertimiento pozo séptico ingredion S.A. el caudal promedio fue de 0,402 L/s. En lo que respecta a las mediciones del oxígeno disuelto, este arrojo valores comprendidos entre 4,3 y 4,8 mg/L en el punto Gelco vertimiento, de 4,2 a 5,0 mg/L en el punto Gelco aguas arriba, de 3,5 a 4,1 en el punto Gelco aguas abajo, de 3,1 a 3,4 mg/L para el punto Postobón S.A. vertimiento,

de 3,2 a 3,7 mg/L para el punto Postobón S.A. aguas abajo y de 2,1 a 2,9 mg/L para el punto vertimiento pozo séptico ingredion S.A.

Por último, La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad (Romero 2009). Las concentraciones obtenidas de conductividad presentaron valores por encima de 1000 µS/cm, en los puntos de monitoreo estableciendo un grado de mineralización "excesiva" a excepción del punto Gelco aguas abajo que presentó una mineralización Media, según lo establecido en la **Tabla 15**.

Tabla 14. Mineralización del agua a partir de la conductividad.

Conductividad eléctrica (µS/cm)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 – 200	Débil
200 – 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua, 1995.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 15 y Tabla 16** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 15. Resultados de laboratorio-I.

Parámetros	Unidades	I.C.F	Gelco vertimiento	Gelco aguas arriba	Gelco aguas abajo	vertimiento pozo séptico ingredion S.A.	Res 631/2015 Art. 12	Cumplimiento
			5/10/2022			19/10/2022	Elaboración de productos alimenticios	
			ID 188551	ID 188552	ID 188553	ID 188557		
cloruros	mg Cl^-/L	0,087	347*	136	146	6	250,00	Cumplen/No cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	314,4	2,7	5,7	78,3	400,00	Cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	800*	<10	18	911*	600,00	Cumplen/*No cumplen
Fenoles	mgpHOH/L	0,0081	0,1	0,1	0,1	0,2	NE	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,015	14	<10	<10	13	20,00	Cumplen
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	62,0	30,0	40,0	16,0	200,00	Cumplen
Sulfatos	mg SO_4^-/L	0,025	364*	13	30	59	250,00	Cumplen/*No cumple
Metales totales								
Cadmio total	mg/L	0,071	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05	Cumplen
Cobre total	mg/L	0,073	0,003	0,007	0,004	0,010	1,00	Cumplen
Cromo total	mg/L	0,085	0,003	0,005	0,004	0,005	0,50	Cumplen
Mercurio total	mg/L	0,196	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,01	Cumplen
Plomo total	mg/L	0,200	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,20	Cumplen
Microbiológicos								
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	±0,18	20000	1700	92000	680	NE	NA
Coliformes Totales		±0,20	110000	54000	160000	35000	NE	NA

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, Y CIS LAB, 2022

Tabla 16. Resultados de laboratorio-II.

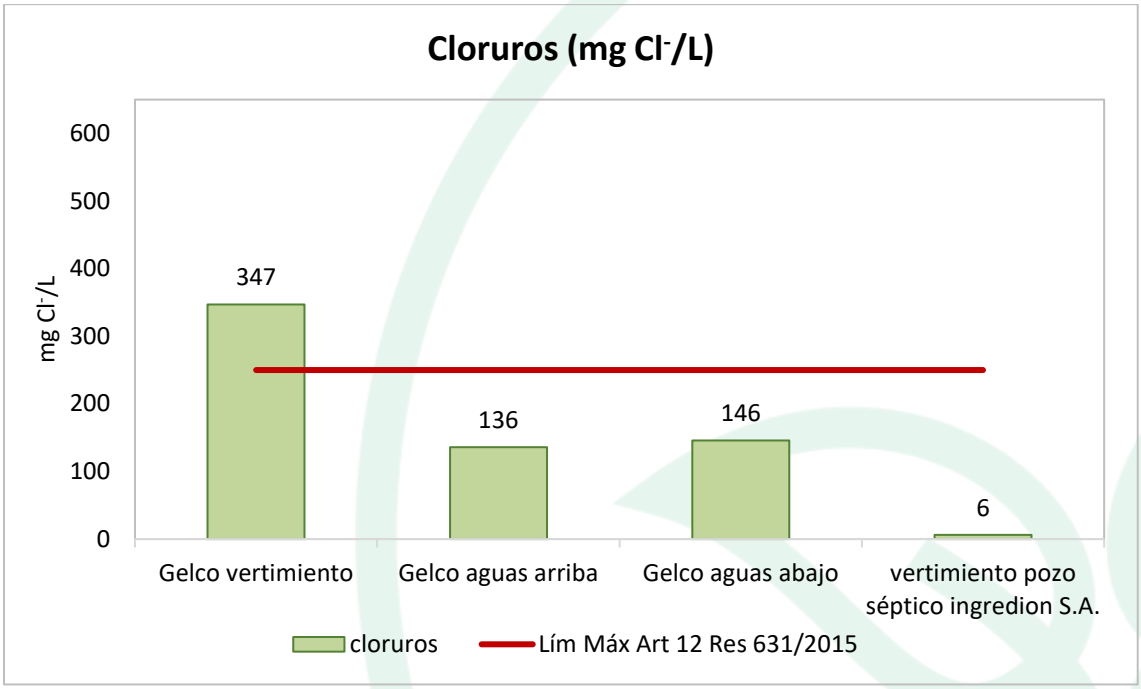
Parámetros	Unidades	Incertidumbre	Postobón S.A vertimiento	Postobón S.A aguas abajo	Res 631/2015 Art. 12	Cumplimiento
			6/10/2022			
			ID 178554	ID 178555		
Cloruros	mg Cl^-/L	0,087	130	73	600,00	Cumplen
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	45,7	13,2	200,00	Cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	102	28	400,00	Cumplen
Fenoles	mg PhOH/L	0,0081	<0,1	0,1	NE	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,015	<10	<10	20,00	Cumplen
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	53,0*	25,0	50,00	Cumple/*No cumple
Sulfatos	mg SO_4^-/L	0,025	29	37	500,00	Cumplen
	Metales totales					
Cadmio total	mg/L	0,071	<0,002	<0,002	NE	NA
Cobre total	mg/L	0,073	0,003	0,005	NE	NA
Cromo total	mg/L	0,085	0,002	<0,002	NE	NA
Mercurio total	mg/L	0,196	0,003	<0,0005	NE	NA
Plomo total	mg/L	0,200	<0,003	<0,003	NE	NA
	Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	±0,18	160000	17000	NE	NA
Coliformes Totales		±0,20	160000	160000	NE	NA

Art 12: aplica para la actividad de elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas.

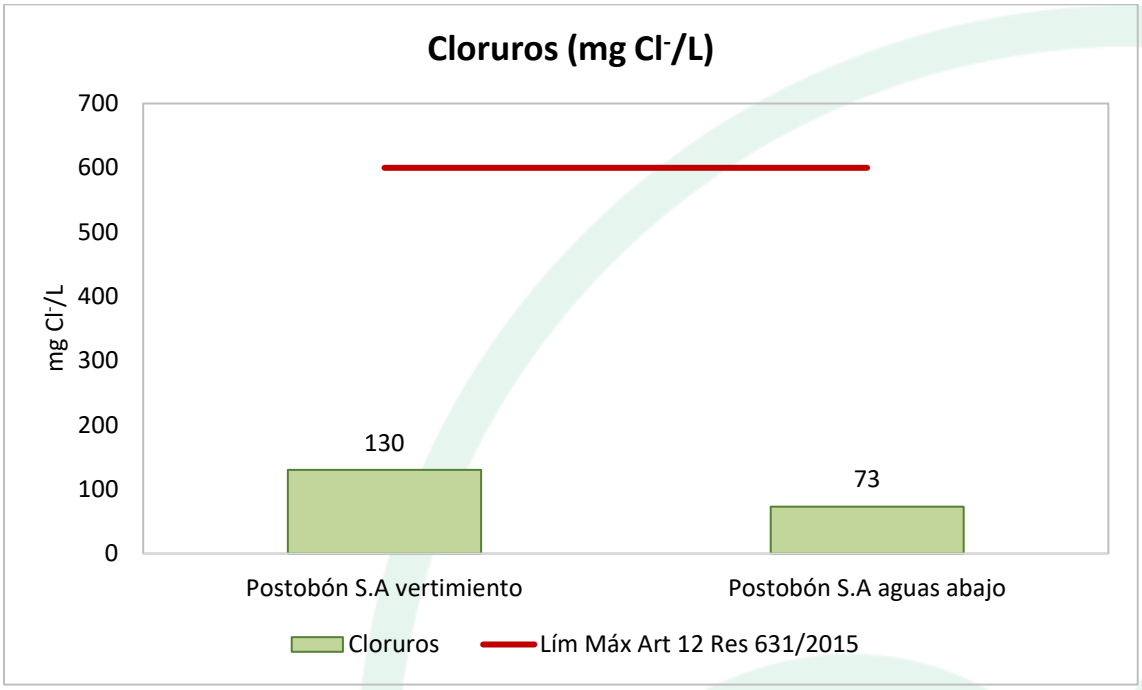
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, Y CIS LAB., 2022.

.

El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas (NMX-AA-073-SCFI-2001). Las concentraciones en los puntos de monitoreo se presentaron por debajo del límite máximo establecido en el artículo 12 de la Resolución 631 de 2015, a excepción del punto Gelco vertimiento.



Gráfica 3. Cumplimiento de Cloruros - I – Art 12 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



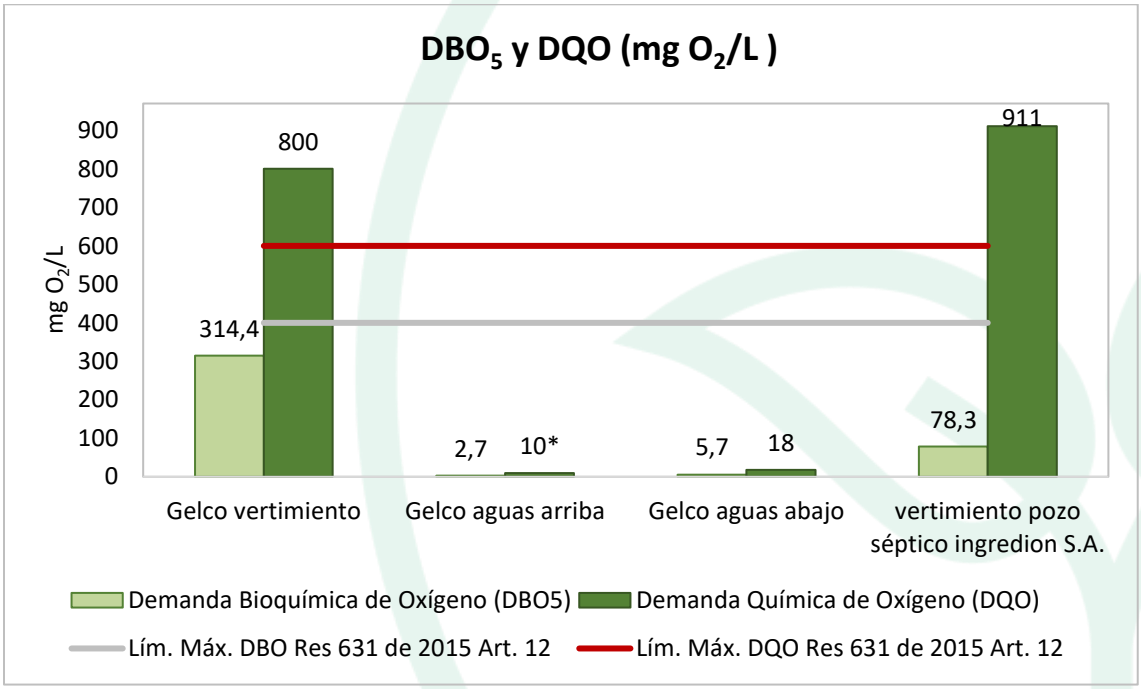
Gráfica 4. Cumplimiento de Cloruros– II - Art 12 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo de los máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015, artículo 12, tanto para la actividad de elaboración de productos alimenticios como para elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas, lo cual permite identificar que los puntos monitoreados presentan adecuadas condiciones de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere.

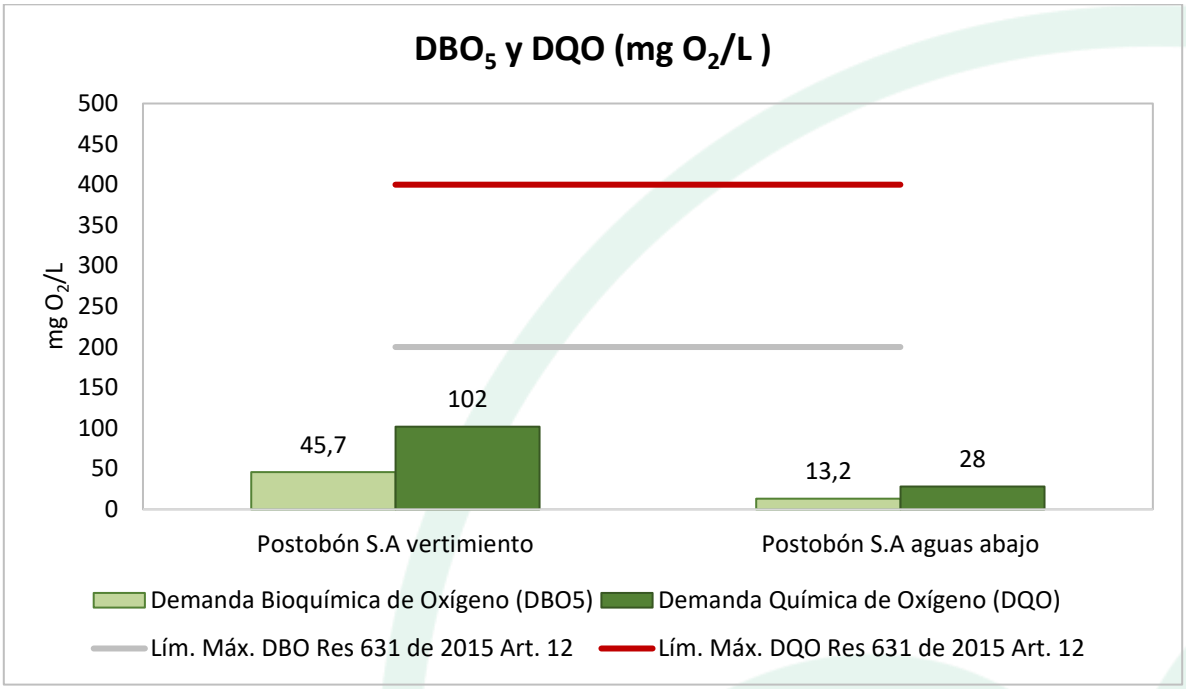
Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse

químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para los puntos de monitoreo a excepción de los punto Gelco vertimiento y vertimiento pozo séptico ingredion S.A., que presentaron desviación con respecto al artículo 12 de la Resolución 631 de 2015 para la actividad de elaboración de productos alimenticios, lo cual se puede observar en la **Gráfica 5 y Gráfica 6.**



**: valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – I - Art 12 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

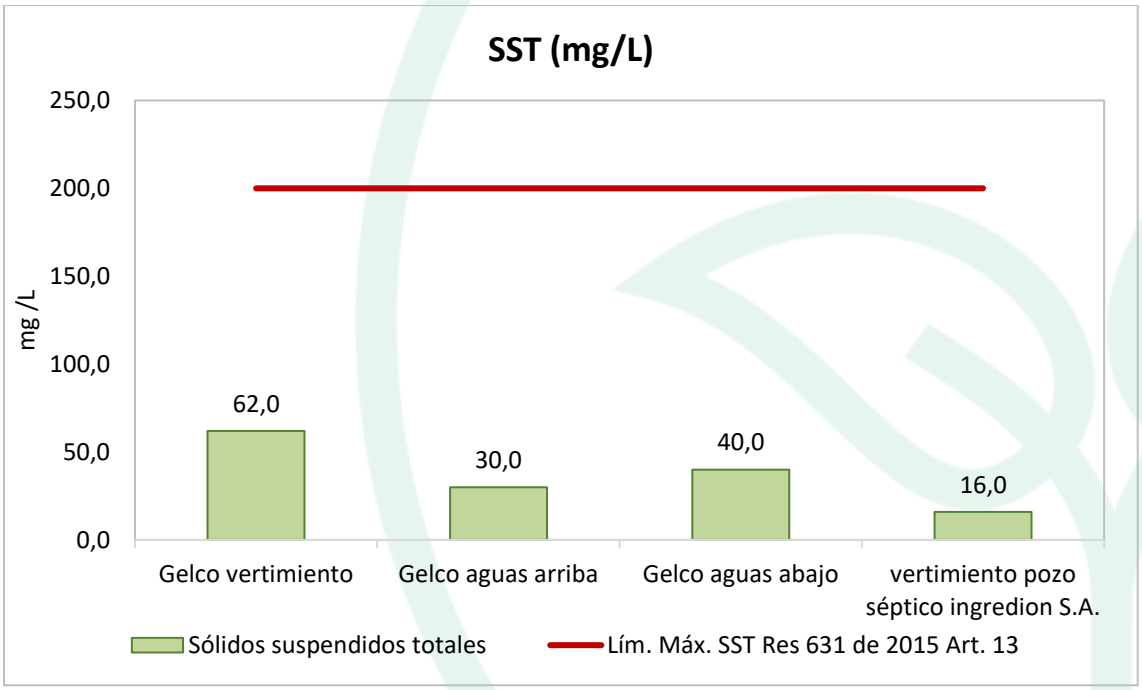


Gráfica 6. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – II - Art 12 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

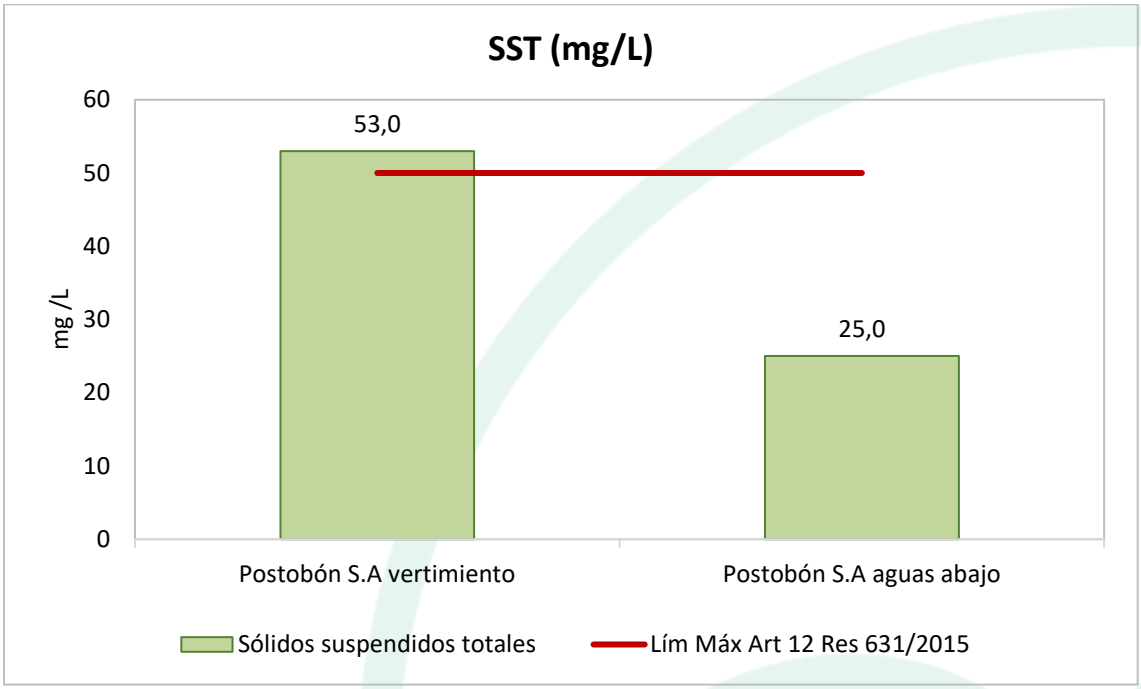
Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron por bajas y/o por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis empleada por el laboratorio**.**

Las concentraciones reportadas de Grasas y aceites en los puntos de monitoreo Gelco aguas arriba, Gelco aguas abajo, Postobón S.A. vertimiento, Postobón S.A. aguas abajo se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L, evidenciando el cumplimiento con respecto a la Resolución 0631 de 2015, articulo 12, para los puntos Gelco vertimeinto y vertimiento pozo séptico ingredion S.A. aunque no se presentaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica, se encuentran en cumplimiento con respecto a la norma.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentaron cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 12, a excepción del punto Postobón S.A. vertimiento en relación con la actividad de elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas; ver **Gráfica 7 y Gráfica 8.**



Gráfica 7. Cumplimiento de SST – I - Art 12 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 8. Cumplimiento de SST – II - Art 12 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Las concentraciones obtenidas de metales como el cadmio total, cobre total, cromo total, mercurio total y plomo total, presentan valores bajos o por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, evidenciando el cumplimiento con los límites establecidos en los artículos 12 de la Resolución 631 de 2015 para la actividad de elaboración de alimentos, mientras que, para la actividad de elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas no se presentan lineamientos en la norma para dichos metales.

Por último, para los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentan concentraciones características del tipo de muestra analizada. Cabe resaltar que este parámetro no presenta lineamiento establecido en la normativa aplicable.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH y temperatura, se evidenció un cumplimiento del 100% con respecto a los valores y rangos máximos establecidos en los artículos 5 y 12 de la Resolución 631 de 2015 para los puntos de monitoreo.

El punto Gelco vertimiento presentó un cumplimiento del 81,81%, los puntos Gelco aguas arriba y Gelco aguas abajo presentaron un cumplimiento del 100% y el punto vertimiento pozo séptico ingredion S.A presentó un cumplimiento del 90,90% con respecto al artículo 12 de la Resolución 631 de 2015 para la actividad de Elaboración de productos alimenticios, mientras que, el punto Postobón S.A vertimiento presentó un cumplimiento del 83,33% y el punto Postobón S.A aguas abajo presentó un cumplimiento del 100% respecto al artículo 12 de la norma antes mencionada, pero para la actividad de elaboración de bebidas no alcohólicas, aguas minerales y otras aguas embotelladas.

Para el caso de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentaron concentraciones características del tipo de agua analizada.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

14 de febrero 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/barranquilla-3539/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/malambo-876051/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/sabanagrande-34109/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- Romero, J. (2009). Calidad del agua, [3a. ed.]. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- F, J, –S, (2010), La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias, Scielo, Obtenido de http://www,scielo,org,mx/scielo,php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432010000200004
- NMX-AA-073-SCFI-2001. (s.f.). Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166789/NMX-AA-073-SCFI-2001.pdf
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapitulooIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf

- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 17** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 17. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	ReporteSERAMBIENTE	3
	LIMA S.A.S.	ReporteLIMA	4
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	ReporteCISLAB	3
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Acta de servicio	2
		Cadenas de custodia	9
		Plan de monitoreo	4
		Planillas de campo	7
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1169 de 2022	9
		Resolución 2577 de 2022	30
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
Anexo 4. Certificados de calibración			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica de agua residual no doméstica, ejecutada los días 9, 10 y 15 de noviembre de 2022.

GALAPA-SABANAGRANDE-SOLEDAD, ATLÁNTICO
NOVIEMBRE 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 12

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 12

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 17

4. RESULTADOS 21

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 21

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 28

5. CONCLUSIONES 33

6. BIBLIOGRAFÍA 34

7. ANEXOS 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica-I. 19

Figura 2. Localización geográfica-II. 19

Figura 3. Localización geográfica-III. 20

Figura 4. Localización geográfica-IV. 20

Figura 5. Escala de pH. 23

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. vertimiento matadero camague 15

Fotografía 2. aguas arriba matadero camagüey 15

Fotografía 3. aguas abajo camagüey 15

Fotografía 4. vertimiento interpelli S.A.S 15

Fotografía 5. vertimiento exotika 16

Fotografía 6. aguas arriba exotika 16

Fotografía 7. aguas abajo exotika 16

Fotografía 8. Vertimiento curtiembres del caribe 16

Fotografía 9. aguas arriba y aguas abajo interpelli S.A.S 17

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH-I. 24

Gráfica 2. Cumplimiento de pH-II. 25

Gráfica 3. Cumplimiento de temperatura-I. 26

Gráfica 4. Cumplimiento de temperatura-II. 26

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO 30

Gráfica 6. Cumplimiento de SST 31

Gráfica 7. Cumplimiento de cromo total 32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 10

Tabla 2. Identificación de la muestra. 10

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 13

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 13

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 18

Tabla 7. Mediciones en campo – vertimiento matadero camagüey 21

Tabla 8. Mediciones en campo – aguas arriba y aguas abajo camagüey 22

Tabla 9. Mediciones en campo – vertimiento interpelli S.A.S 22

Tabla 10. Mediciones en campo – vertimiento exotika 22

Tabla 11. Mediciones en campo – aguas arriba y aguas abajo exotika 23

Tabla 12. Comparación con la norma – *In situ* 23

Tabla 13. Mineralización del agua a partir de la conductividad 27

Tabla 14. Resultados de laboratorio. 28

Tabla 15. Anexos del informe técnico 35

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiologías del agua residual no doméstica en el área de estudio de las organizaciones CAMAGÜEY S.A., en tres (3) puntos; COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA en tres (3) puntos; INTERPELLI S.A.S en tres (3) puntos y en EXOTIKA LEATHER INTERNACIONAL S.A.S en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental. Cabe resaltar que no fue posible la toma de muestras en la organización COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA en los tres (3) puntos, debido a que la planta no se encontraba en operación y no estaban realizando vertimiento; y en la organización INTERPELLI S.A.S en dos (2) puntos, ya que no fue posible el acceso al cuerpo de agua receptor debido a inundaciones en el terreno.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos en puntos ubicados en el área de estudio de las organizaciones CAMAGÜEY S.A., en tres (3) puntos; COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA en tres (3) puntos; INTERPELLI S.A.S en tres (3) puntos y en EXOTIKA LEATHER INTERNACIONAL S.A.S en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio. Cabe resaltar que, no fue posible la toma de muestras en la organización COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA en los tres (3) puntos, debido a que la planta no se encontraba en operación y no estaban realizando vertimiento; y en la organización INTERPELLI S.A.S en dos (2) puntos, ya que no fue posible el acceso al cuerpo de agua receptor debido a inundaciones en el terreno.

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente (Resolución 631 de 2015, artículos 5 y 13).

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 13:** Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles.

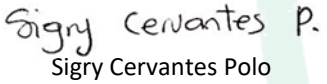
2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
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.
Organizaciones en estudio	
Razón social	**CAMAGÜEY S.A.**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Galapa
Actividad económica:	Curtido y recurtido de cueros; recurtido y teñido de pieles, Comercio al por mayor no especializado.
Razón social	**COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA**
Departamento:	Atlántico

Municipio:	Soledad
Actividad económica:	Fabricación de artículos de piel
Razón social	**INTERPELLI S.A.S.**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Sabanagrande
Actividad económica:	Curtido y recurtido de cueros; recurtido y teñido de pieles, Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias; animales vivos.
Razón social	**EXOTIKA LEATHER INTERNACIONAL S.A.S.**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Galapa
Actividad económica:	Curtido y recurtido de cueros; recurtido y teñido de pieles, Fabricación de artículos de piel.

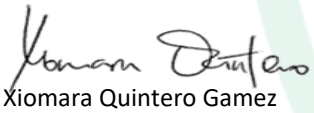
2.3 Responsables del informe

Elaboró:



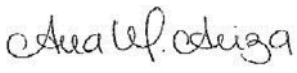
Sigry Cervantes Polo

Revisó



Xiomara Quintero Gamez

Aprobó:



Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA en las organizaciones COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA, INTERPELLI S.A.S y EXOTIKA LEATHER

INTERNACIONAL S.A.S. **SERAMBIENTE S.A.S.**, es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM, a través de la Resolución 2577 del 8 de noviembre de 2022, vigente hasta el 16 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 2577 de 2022
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Grasas y aceites	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Sulfuros	
	Temperatura	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Cromo total	Resolución 0780 de 2022

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., y CIS LAB., 2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		Camagüey S.A, Comercializadora Internacional Curtiembres Del Caribe LTDA, Interpelli S.A.S y en Exotika Leather Internacional S.A.S.	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
180771	13539	9/11/2022	vertimiento matadero camagüey
180772			aguas arriba matadero camagüey
180773			aguas abajo matadero camagüey
180774	NA		vertimiento curtiembres del caribe

180775	NA		aguas arriba curtiembres del caribe
180776	NA		aguas abajo curtiembres del caribe
180777	13539	10/11/2022	vertimiento interpelli S.A.S
180778	NA		aguas arriba interpelli S.A.S
180779			aguas abajo interpelli S.A.S
180780	13539	15/11/2022	vertimiento exotika
180781			aguas arriba exotika
180782			Aguas abajo exotika

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua residual no doméstica en el área de estudio de las empresas CAMAGÜEY S.A., en tres (3) puntos; COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA en tres (3) puntos, INTERPELLI S.A.S., en tres (3) puntos y en EXOTIKA LEATHER INTERNACIONAL S.A.S., en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental.

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).

Se realizó la toma de muestra los días 9, 10 y 15 de noviembre de 2022, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestra se realizó de manera compuesta para lo cual, se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día; y de manera simple, para lo cual se tomó la muestra en cuatro (4) puntos, en un periodo de un (1) día. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se

adelantó la determinación de *caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. No se pudo realizar la medición del caudal en los puntos: aguas arriba matadero camagüey, ya que la velocidad del agua del cuerpo receptor es muy grande e imposibilitaba el ingreso y en aguas arriba y aguas abajo exotika, debido a que el ingreso al cuerpo receptor es peligroso por la altura desde la parte de arriba del arroyo. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	Balde	Volumétrico	NA	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico de las muestras de agua residual no doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfuros	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	0,85	0,1077
Metales totales			
Cromo total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,085

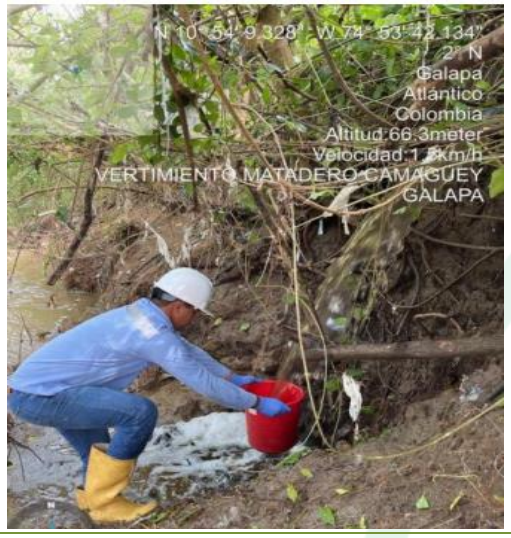
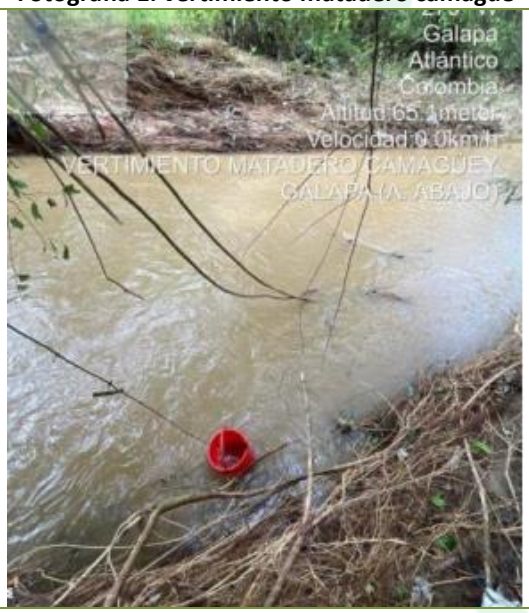
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., y CIS LAB, 2022.

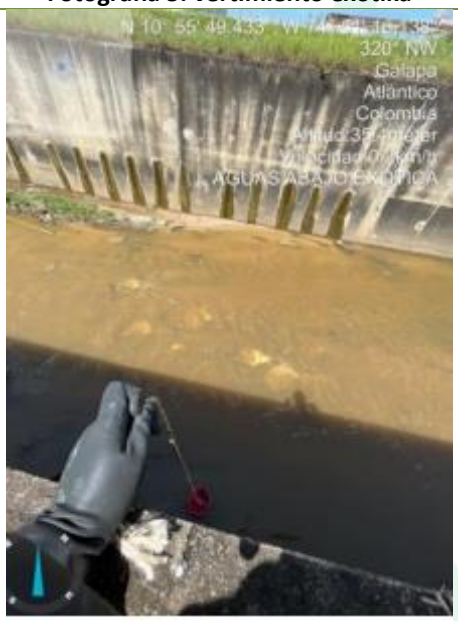
3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo compuesto –FO-PO-PSM-45-02 y Planilla de campo muestreo simple –FO-PO-PSM-45-01 , Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua residual no doméstica
Descripción
Los puntos se encuentran ubicados en las áreas de estudio de las empresas Camagüey S.A, Comercializadora Internacional Curtiembres Del Caribe LTDA, Interpelli S.A.S y en Exotika Leather Internacional S.A.S., localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Los cuales se denominan: • **vertimiento matadero camagüey:** punto de monitoreo dentro de las instalaciones de Camagüey S.A, el vertimiento es realizado hacia un cuerpo de agua, agua con apariencia turbia y presencia de material flotantes, no se registra iridiscencia y olores propios de la planta. • **aguas arriba matadero camagüey:** agua con apariencia clara; sin olores, ni objetos ni material flotante, el caudal no pudo ser medido ya que la velocidad del agua del cuerpo receptor es muy grande e imposibilitaba el ingreso. • **aguas abajo matadero camagüey:** agua con apariencia turbia; sin olores ni material flotante, el caudal no pudo ser medido ya que la velocidad del agua del cuerpo receptor es muy grande e imposibilitaba el ingreso. • **vertimiento interpelli S.A.S:** punto de monitoreo dentro de las instalaciones de interpelli S.A.S, no se presentan materias flotantes, no se registra iridiscencia y olores propios de la planta, agua con apariencia clara. • En los puntos **aguas arriba interpelli S.A.S** y **aguas abajo interpelli S.A.S** no se pudo realizar la toma de muestras, debido a que el acceso al cuerpo receptor no estaba en óptimas condiciones por época de lluvia. • **vertimiento exotika:** punto de monitoreo fuera de las instalaciones de Exotika Leather Internacional S.A.S, se presentan material flotante, no se registra iridiscencia y olores propios de la planta, agua con turbiedad elevada. • **aguas arriba exotika:** agua con apariencia clara, el caudal no pudo ser medido ya que el ingreso al cuerpo receptor es peligroso por la altura desde la parte de arriba del arroyo. • **aguas abajo exotika:** agua con apariencia clara, el caudal no pudo ser medido ya que el ingreso al cuerpo receptor es peligroso por la altura desde la parte de arriba del arroyo. • Para los puntos **vertimiento curtiembres del caribe, aguas arriba curtiembres del caribe y aguas abajo curtiembres del caribe**, no se pudo realizar la toma de muestras debido a que la planta no se encuentra en operación, por la tanto no están realizando vertimientos.

Agua residual no doméstica	
	
Fotografía 1. vertimiento matadero camague	**Fotografía 2. aguas arriba matadero camagüey**
	
Fotografía 3. aguas abajo camagüey	**Fotografía 4. vertimiento interpelli S.A.S**

Agua residual no doméstica	
Fotografía 5. vertimiento exotika	**Fotografía 6. aguas arriba exotika**
	
Fotografía 7. aguas abajo exotika	**Fotografía 8. Vertimiento curtiembres del caribe**

Agua residual no doméstica
Fotografía 9. aguas arriba y aguas abajo interpelli S.A.S

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en el área de estudio de las organizaciones CAMAGÜEY S.A, COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CURTIEMBRES DEL CARIBE LTDA, INTERPELLI S.A.S y EXOTIKA LEATHER INTERNACIONAL S.A.S; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Galapa tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura aquí es en promedio 26,8 °C. La precipitación aproximada es de 1251 mm. (www.es.climate-data.org/).

Sabanagrande tiene un clima tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 27,1 °C. La precipitación aproximada es de 1906 mm. (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
vertimiento matadero camagüey	180771	11:30	64	10°54’9,05” N	2763415,379 N
				74°53’41,97” W	4792963,686 E
aguas arriba matadero camagüey	180772	12:00	84	10°53’42,16” N	2764437,599 N
				74°54’9,12” W	4792145,835 E
aguas abajo matadero camagüey	180773	12:30	66	10°53’42,68” N	2762610,591 N
				74°54’9,44” W	4792124,640 E
vertimiento curtiembres del caribe	180774	14:00	11	10°56’20,39” N	2767365,068 N
				74°46’1,93” W	4806953,063 E
vertimiento interpelli S.A.S	180777	15:30	7	10°48’11,93” N	2752359,482 N
				74°45’47,83” W	4807293,931 E
vertimiento exotika	180780	12:00	38	10°55’57,77” N	2766726,141 N
				74°51’08,96” W	4797629,291 E
aguas arriba exotika	180781	12:20	39	10°55’42,99” N	2766275,162 N
				74°51’25,125” W	4797135,810 E
aguas abajo exotika	180782	12:50	40	10°55’49,43” N	2766470,743 N
				74°51’13,138” W	4797500,896 E

Nota: para los puntos aguas arriba interpelli S.A.S y aguas abajo interpelli S.A.S, no se registran coordenadas, debido a que, por las condiciones del terreno no se logró acceder al lugar; de igual forma, para los puntos aguas arriba curtiembres del caribe y aguas abajo curtiembres del caribe, no se registran coordenadas, debido a que no se pudo realizar la toma de muestras, ya que la planta no se encontraba en operación.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Figura 1. Localización geográfica-I.

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica-II.

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica-III.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 4. Localización geográfica-IV.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas, se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, y el artículo 13: Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación y manufactura de bienes, para las actividades de fabricación de artículos de piel, curtido y adobo de pieles.

4.1 Mediciones en campo

De la **Tabla 7** a la **Tabla 11,** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 12** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – vertimiento matadero camagüey

Vertimiento matadero camagüey	Hora	9/11/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	9:00	8,42	27,2	1,183	6,3	3,12
Alícuota 2	9:30	8,35	28,3	1,151	5,8	3,45
Alícuota 3	10:00	8,12	28,3	1,029	6,4	3,51
Alícuota 4	10:30	8,21	28,4	1,167	5,9	3,26
Alícuota 5	11:00	8,18	28,8	1,112	6,6	3,45
Mínimo		8,12	27,2	1,128*	5,8	3,12
Máximo		8,42	28,8		6,6	3,51

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – aguas arriba y aguas abajo camagüey

9/11/2022		Parámetros *In-Situ*	
Parámetros	**unidades**	**aguas arriba matadero camagüey**	**aguas abajo matadero camagüey**
		12:00	**12:30**
pH	unidades	7,97	8,25
Temperatura	°C	26,3	26,4
Caudal	L/s	NM	NM
Oxígeno disuelto	mg/L	7,8	7,1
conductividad	µS/cm	1518	1599

NM: No Medido, debido a que la velocidad del cuerpo de agua imposibilitaba el ingreso al mismo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Mediciones en campo – vertimiento interpelli S.A.S

vertimiento interpelli S.A.S	Hora	10/11/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		**pH (Unidades)**	**Temperatura °C**	**Caudal L/s**	**Oxígeno disuelto mg/L**	**Conductividad µS/cm**
Alícuota 1	13:00	8,17	31,9	1,605	6,9	12,98
Alícuota 2	13:30	8,13	31,5	1,548	6,5	13,60
Alícuota 3	14:00	8,11	31,5	1,410	6,3	13,72
Alícuota 4	14:30	8,08	31,6	1,451	5,6	13,82
Alícuota 5	15:00	8,13	31,3	1,456	6,5	12,89
Mínimo		8,08	31,3	1,494*	5,6	12,89
Máximo		8,17	31,9		6,9	13,82

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 10. Mediciones en campo – vertimiento exotika

vertimiento exotika	Hora	15/11/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		**pH (Unidades)**	**Temperatura °C**	**Caudal L/s**	**Oxígeno disuelto mg/L**	**Conductividad µS/cm**
Alícuota 1	9:30	10,23	28,7	0,548	1,2	32,3
Alícuota 2	10:00	10,24	28,7	0,600	1,3	32,3
Alícuota 3	10:30	10,28	28,4	0,569	0,9	32,7
Alícuota 4	11:00	10,28	28,7	0,592	0,7	32,5
Alícuota 5	11:30	10,15	28,8	0,569	1,0	32,3
Mínimo		10,15	28,4	0,576*	0,7	32,3
Máximo		10,28	28,8		1,3	32,7

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 11. Mediciones en campo – aguas arriba y aguas abajo exotika

15/11/2022	Parámetros *In-Situ*		
Parámetros	**unidades**	**aguas arriba exotika**	**aguas abajo exotika**
		12:20	**12:50**
pH	unidades	8,94	8,48
Temperatura	°C	30,2	30,9
Caudal	L/s	NM	NM
Oxígeno disuelto	mg/L	7,5	4,5
conductividad	µS/cm	1324	1346

NM: No Medido, debido a las condiciones de acceso al punto de monitoreo.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 12. Comparación con la norma – *In situ*

Puntos de monitoreo	Parámetros *In-Situ*		Res 631 2015		Cumplimiento
	pH (Unidades)	Temperatura °C	Art 5	Art 13	
vertimiento matadero camagüey	8,12 – 8,42	27,2 – 28,8	40,00	6,00 – 9,00	Cumplen
aguas arriba matadero camagüey	7,97	26,3			Cumplen
aguas abajo matadero camagüey	8,25	26,4			Cumplen
vertimiento interpelli S.A.S	8,08 – 8,17	31,3 – 31,9			Cumplen
vertimiento exotika	10,15* – 10,28*	28,4 – 28,8			Cumplen/*No cumplen
aguas arriba exotika	8,94	30,2			Cumplen
aguas abajo exotika	8,48	30,9			Cumplen

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 5** (Prichard, 2003).

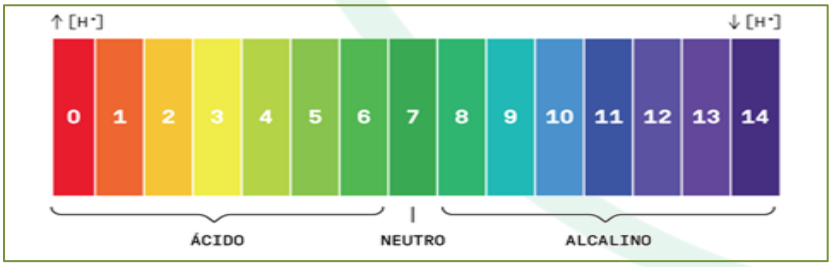
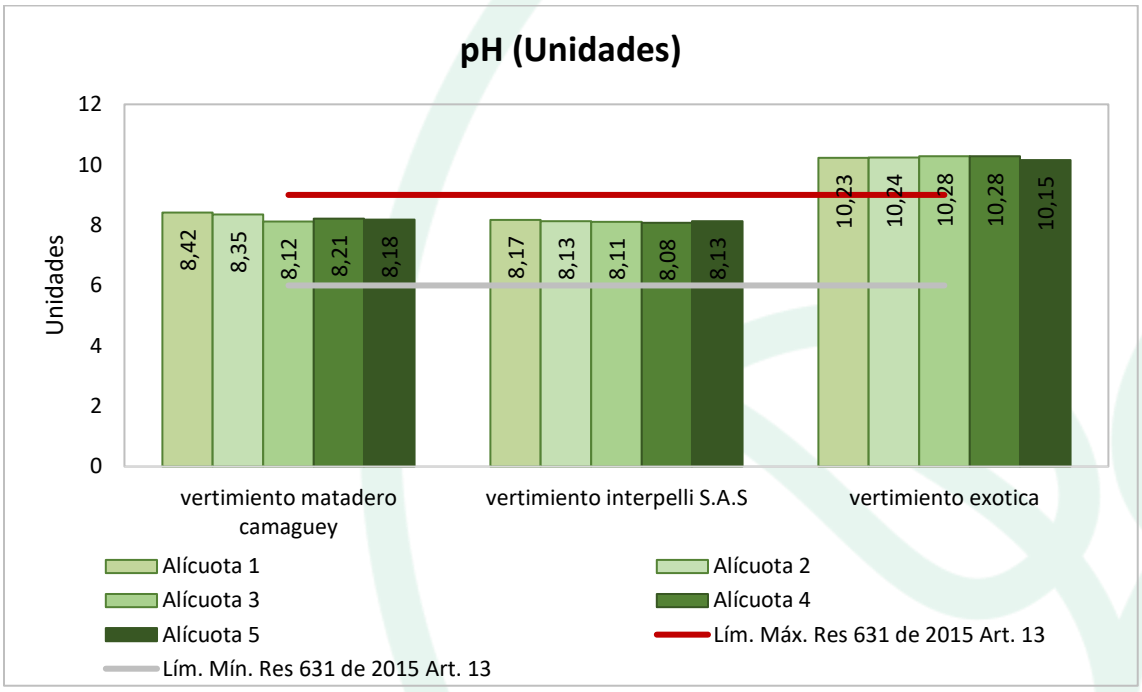


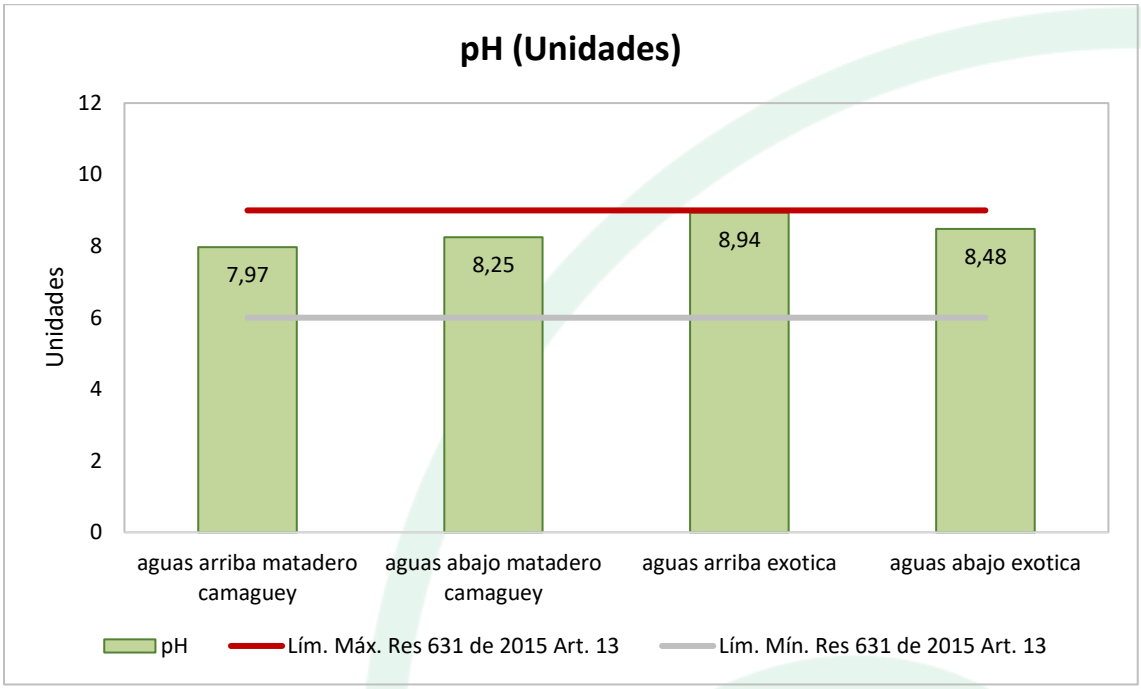
Figura 5. Escala de pH.

Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento alcalino en los puntos de monitoreo a excepción del punto aguas arriba matadero camagüey que presenta un comportamiento neutro; los valores arrojados se encuentran dentro del rango de 6,00 a 9,00 unidades, reflejando cumplimiento con respecto al artículo 13, de la Resolución 0631 de 2015; a excepción del punto vertimiento exotika que presenta desviación con respecto a la norma. Lo anterior se puede ver reflejado en la **Gráfica 1 y Gráfica 2.**

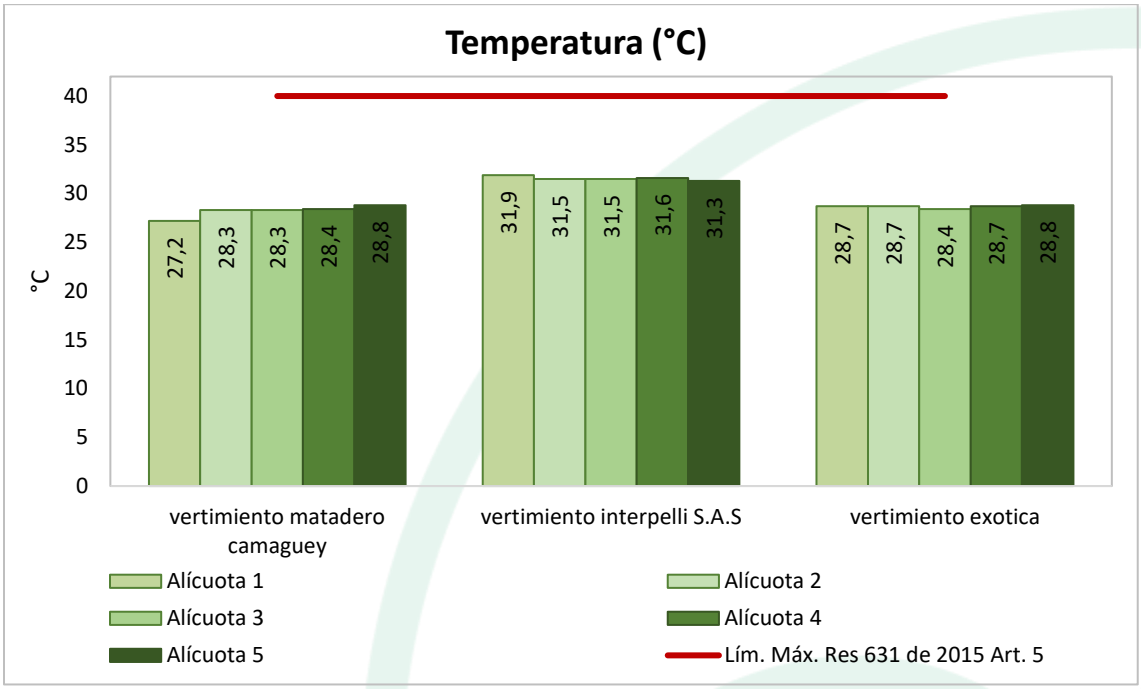


Gráfica 1. Cumplimiento de pH-I.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

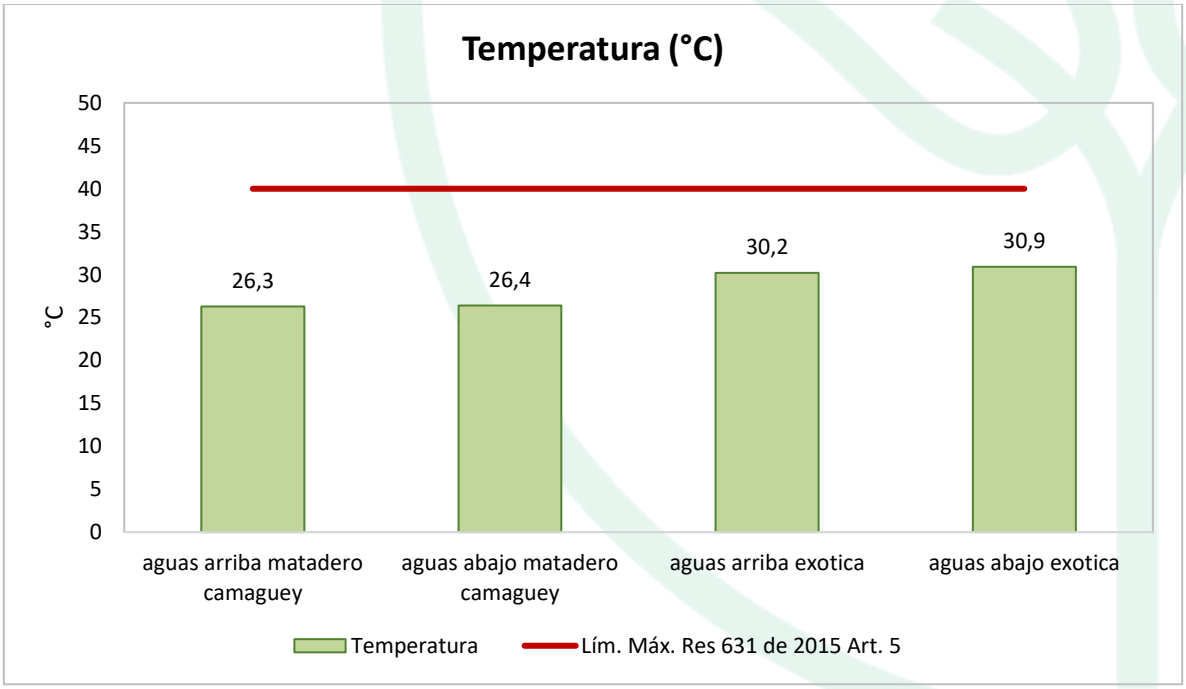


Gráfica 2. Cumplimiento de pH-II.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 0631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



Gráfica 3. Cumplimiento de temperatura-I.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 4. Cumplimiento de temperatura-II.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, se presentó un promedio de 1,128 L/s para el punto Vertimiento matadero camagüey, de 1,494 L/s para el punto vertimiento interpelli S.A.S y de 0,576 L/s para el punto Vertimiento exotika; para los puntos aguas arriba matadero camagüey y aguas abajo matadero camagüey no pudo ser medido debido a que la velocidad del cuerpo de agua imposibilitaba el ingreso al mismo, y para los puntos aguas arriba exotika y aguas abajo exotika no pudo ser medido debido a las condiciones de acceso al punto de monitoreo.

La conductividad es una expresión numérica de la habilidad del agua para transportar una corriente eléctrica que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas (Romero, 2009). En este sentido, se evidencia que la conductividad para los puntos vertimiento matadero camagüey, vertimiento interpelli S.A.S y vertimiento exotika, presentan una mineralización muy débil, durante los días de monitoreo, mientras que los puntos aguas arriba matadero camagüey, aguas abajo matadero camagüey, aguas arriba exotika y aguas abajo exotika, presentan una mineralización excesiva; lo anterior teniendo en cuenta la **Tabla** 13.

Tabla 13. Mineralización del agua a partir de la conductividad

Conductividad eléctrica (µS/cm)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 – 200	Débil
200 – 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua, 1995.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 14** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 14. Resultados de laboratorio.

Parámetros	Unidades	I.C.F	Vertimiento matadero camagüey	Aguas arriba camagüey	Aguas abajo camagüey	Vertimiento interpelli S.A.S	vertimiento exotika	aguas arriba exotika	Aguas abajo exotika	Res 631/2015 Art. 13	Cumplimiento
			ID 180771	ID 180772	ID 180773	ID 180777	ID 180780	ID 180781	ID 180782		
			9/11/2022	9/11/2022	9/11/2022	10/11/2022	15/11/2022	15/11/2022	15/11/2022		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	92,3	<2,0	12,9	104,5	253,6	14,0	24,2	600,00	Cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	240	<10	29	282	636	30	62	1200,00	Cumplen
Fenoles	mgpHOH/L	0,0081	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	NE	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,015	<10	<10	<10	<10	42	<10	<10	60,00	Cumplen
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	53,0	17,0	7,0	69,0	327,0	49,0	6,9	600,00	Cumplen
Sulfuros	mg S^{2-} /L	0,1077	<0,85	<0,85	<0,85	<0,85	<0,85	<0,85	<0,85	3,00	Cumplen
Metales totales											
Cromo total	mg/L	0,085	0,006	0,009	0,008	0,007	2,176*	0,006	0,007	1,50	Cumplen/*No cumple

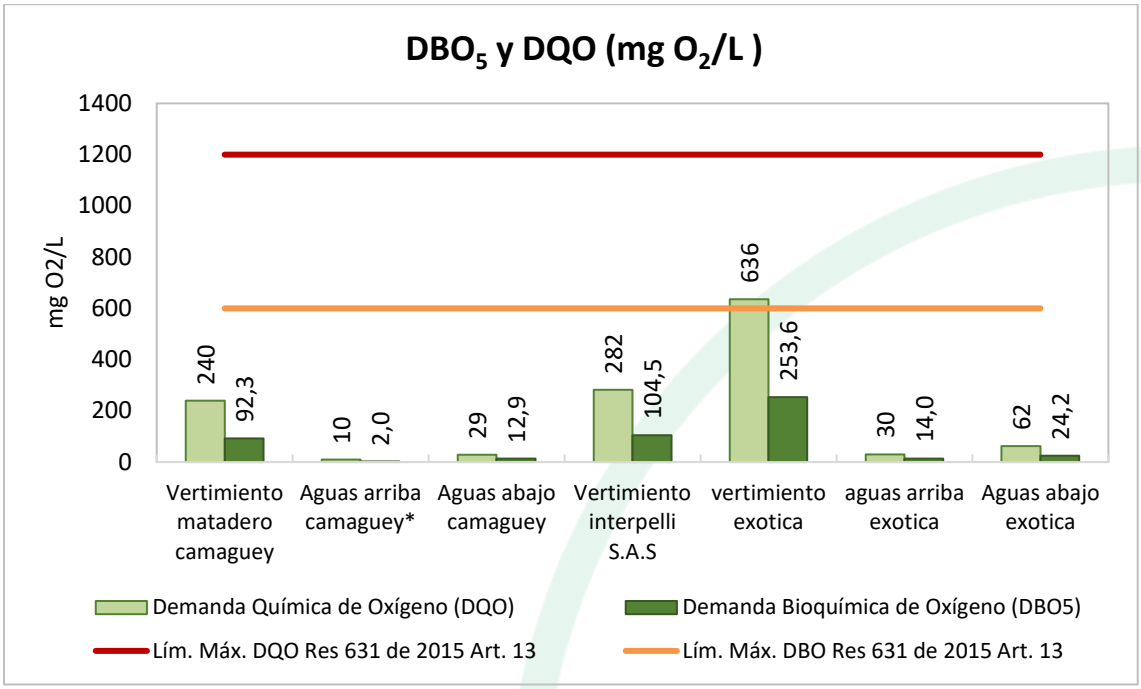
I.C.F: Incertidumbre Como Factor

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. y CIS LAB., 2022.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo de los máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 (artículo 13), lo cual permite identificar que los puntos monitoreados presentan adecuadas condiciones de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere.

Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para los puntos de monitoreo, lo cual se puede observar en la **Gráfica 5.**



**: valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO .

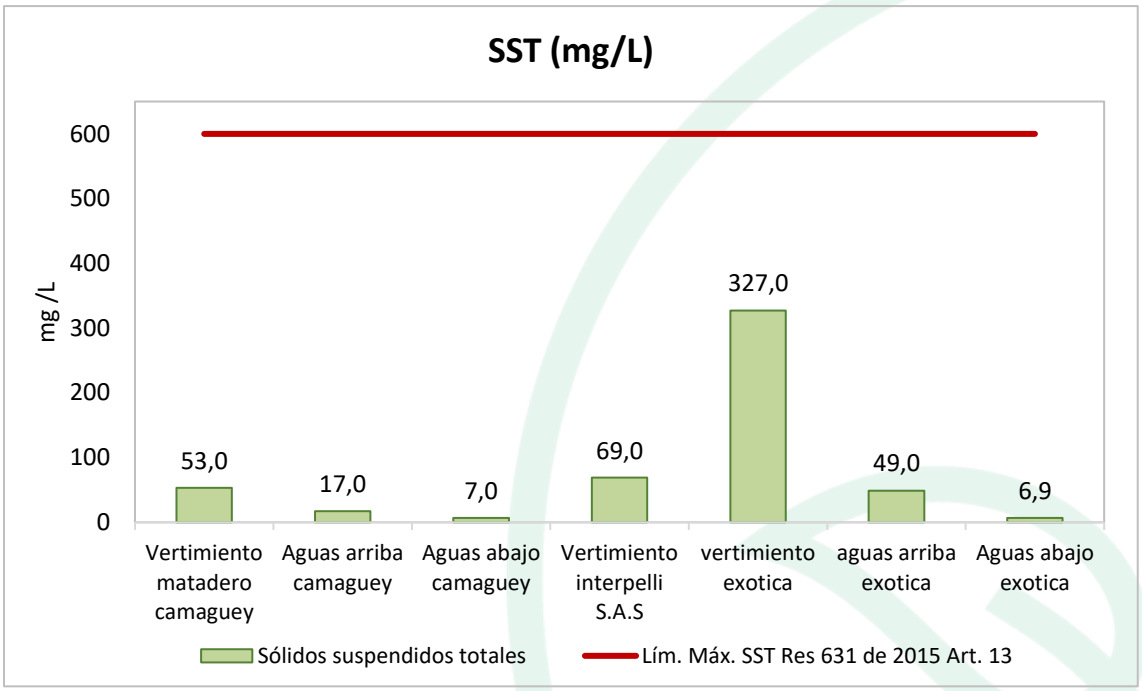
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron por bajas y/o por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis empleada por el laboratorio.

Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en los puntos de monitoreo se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L, a excepción del punto vertimiento exotika, sin embargo, se resalta que todos los puntos presentan cumplimiento con respecto a la Resolución 0631 de 2015, articulo 13.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color

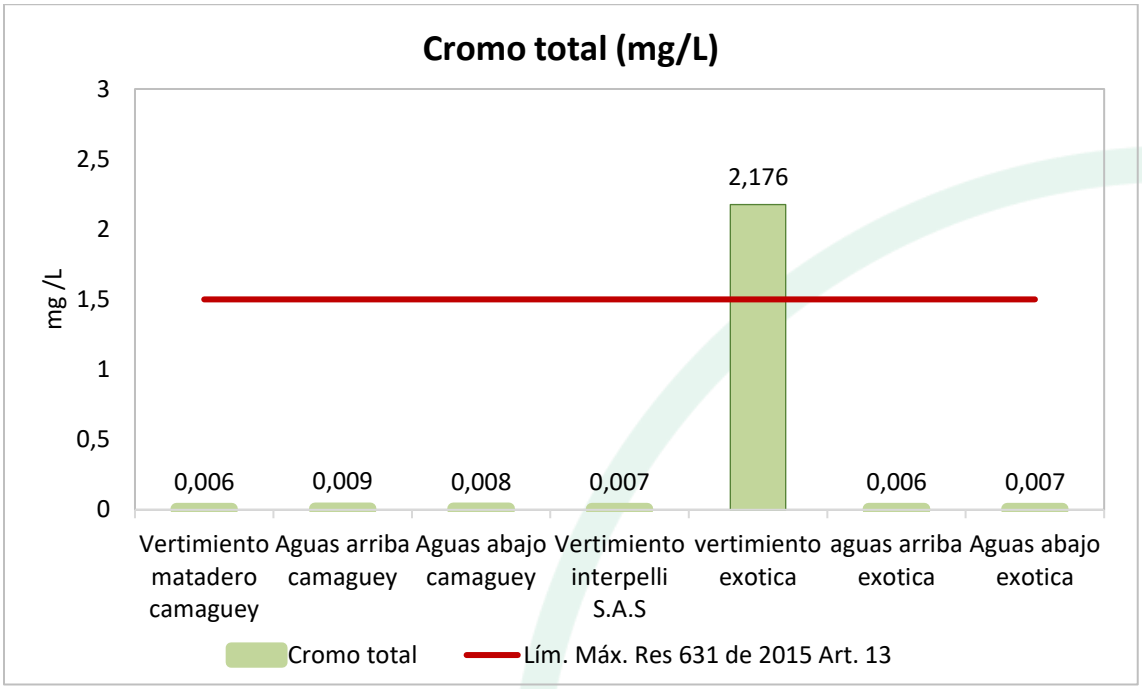
aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo, presentan cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 13, siendo de 600,00 mg/L; lo que se puede observar en la **Gráfica 6.**



Gráfica 6. Cumplimiento de SST
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso de los sulfuros, los puntos de monitoreo presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis empleada por el laboratorio, se evidencia entonces el cumplimiento con respecto al artículo 13 de la Resolución 631 de 2015.

Las concentraciones obtenidas del metal cromo total se presentaron en niveles traza, evidenciando el cumplimiento con el límite máximo establecido por la normativa a excepción del punto vertimiento exotika que presentó desviación con respecto a la norma; lo anterior se puede observar en la **Gráfica 7.**



Gráfica 7. Cumplimiento de cromo total

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH, se evidenció un cumplimiento del 73,68% con respecto a los rangos establecidos en los artículos 13 de la Resolución 631 de 2015 para los puntos de monitoreo, dado que se presentó desviación en el punto Vertimiento exotika, mientras que, para la temperatura el cumplimiento fue del 100% con respecto al valor máximo establecido en el artículo 5 de la norma antes mencionada.

Los puntos de monitoreo presentaron un 100% de cumplimiento, con respecto a lo establecido en el artículo 13 de la Resolución 631 de 2015 a excepción del punto vertimiento exotika que presentó un cumplimiento del 83,33%.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

10 de febrero 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/galapa-50364/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/sabanagrande-34109/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 15** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 15. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	ReporteSERAMBIENTE	4
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	ReporteCISLAB	3
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Acta de servicio	2
		Cadenas de custodia	6
		Plan de monitoreo	2
		Planillas de campo	6
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 2577 de 2022	30
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
Anexo 4. Certificados de calibración			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica de agua residual no doméstica, ejecutada los días 8 de octubre y 2 de diciembre de 2022.

BARRANQUILLA-SOLEDAD, ATLÁNTICO
OCTUBRE-DICIEMBRE 2022

www.serambiente.com
Tel: (57) (5) 385 8220 - Carrera 41 No. 73B - 72
Barranquilla, Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 12

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 12

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 15

4. RESULTADOS 19

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 19

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 25

5. CONCLUSIONES 29

6. BIBLIOGRAFÍA 30

7. ANEXOS 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica-I. 17

Figura 2. Localización geográfica-II. 17

Figura 3. Localización geográfica-III. 18

Figura 4. Escala de pH. 20

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vertimiento Dow Agroscience De Colombia S.A. 15

Fotografía 2. aguas arriba Dow Agroscience De Colombia S.A. 15

Fotografía 3. aguas abajo Dow Agroscience De Colombia S.A. 15

Fotografía 4. Monómeros Descarga 15

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH-I. 21

Gráfica 2. Cumplimiento de pH-II. 21

Gráfica 3. Cumplimiento de temperatura-I. 22

Gráfica 4. Cumplimiento de temperatura-II. 23

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO 27

Gráfica 6. Cumplimiento de SST 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 10

Tabla 2. Identificación de la muestra. 11

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 13

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 13

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 16

Tabla 7. Mediciones en campo – vertimiento 19

Tabla 8. Mediciones en campo – aguas arriba y aguas abajo 19

Tabla 9. Mediciones en campo – Uniphos Descarga y Monómeros Descarga. 20

Tabla 10. Comparación con la norma – *In situ* 20

Tabla 11. Mineralización del agua a partir de la conductividad 24

Tabla 12. Resultados de laboratorio. 25

Tabla 13. Anexos del informe técnico 31

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas del agua residual no doméstica en el área de estudio de las organizaciones MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A. en un (1) punto, UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED en un (1) punto y en DOW AGROSCIENCE DE COLOMBIA S.A. en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental.

1.2Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos en puntos ubicados en el área de estudio de las organizaciones MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A. en un (1) punto, UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED en un (1) punto y en DOW AGROSCIENCE DE COLOMBIA S.A. en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio.

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente (Resolución 631 de 2015, artículos 5 y 13).

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 13:** Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario.

2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
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.
Organizaciones en estudio	
Razón social	**MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A.**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
Actividad económica:	Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, fabricación de sustancias y productos químicos básicos, comercio al por mayor de productos químicos básicos, cauchos

	y plásticos en formas primarias y productos químicos de uso agropecuario.
Razón social	**UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
Actividad económica:	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario, fabricación de sustancias y productos químicos básicos y fabricación de fibras sintéticas y artificiales.
Razón social	**DOW AGROSCIENCE DE COLOMBIA S.A.**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Soledad
Actividad económica:	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario; comercio al por mayor de materias primas agropecuarias; animales vivos

2.3 Responsables del informe

Elaboró:

Sigry Cervantes P.

Sigry Cervantes Polo

Revisó y Aprobó:

Ana M. Ariza

Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. -SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA en las organizaciones MONÓMEROS

COLOMBO VENEZOLANOS S.A., UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED y DOW AGROSCIENCE DE COLOMBIA S.A.

SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -IDEAM, a través de la Resolución 1169 del 14 de noviembre de 2022, vigente hasta el 19 de junio de 2023 y de la Resolución del 2577 del 8 de noviembre de 2022, vigente hasta el 16 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 1169 de 2022 Resolución 2577 de 2022
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Grasas y aceites	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Temperatura	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Arsénico total	Resolución 0780 de 2022
	Cobre total	
	Cromo total	
	Mercurio total	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., y CIS LAB., 2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A., UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED y DOW AGROSCIENCE DE COLOMBIA S.A.	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
178563	13546	8/10/2022	vertimiento
178564			aguas arriba
178565			aguas abajo
178566		2/12/2022	Uniphos Descarga
178567			Monómeros Descarga

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua residual no doméstica en el área de estudio de las empresas MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A. en un (1) punto, UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED en un (1) punto y en DOW AGROSCIENCE DE COLOMBIA S.A. en tres (3) puntos; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental.

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).

Se realizó la toma de muestra el día 8 de octubre en los puntos vertimiento, aguas arriba y aguas abajo; y el día 2 de diciembre de 2022 en los puntos Uniphos Descarga y Monómeros Descarga, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestra se realizó de manera compuesta en el punto vertimiento, para lo cual se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día; y de manera simple en los puntos aguas arriba, aguas abajo, Uniphos Descarga y Monómeros Descarga, para lo cual se tomó la muestra en cuatro (4) puntos, en un periodo de un (1) día. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	Balde	Volumétrico	NA	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico de las muestras de agua residual no doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Metales totales			
Arsénico total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,003	0,149
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,085
Mercurio total	SM 3112 B. 3120 B 2017	0,0005	0,196

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., y CIS LAB, 2022.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo compuesto –FO-PO-PSM-45-02 y Planilla de campo muestreo simple –FO-PO-PSM-45-01 , Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua residual no doméstica
Descripción
Los puntos se encuentran ubicados en las áreas de estudio de las Organizaciones Monómeros Colombo Venezolanos S.A., Uniphos Colombia Plant Limited y Dow Agroscience De Colombia S.A., localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Los cuales se denominan: • **Vertimiento:** agua con apariencia semiturbia, se encuentra ubicado dentro del área de estudio de la organización Dow Agroscience De Colombia S.A. • **aguas arriba:** agua con apariencia semiturbia, se encuentra ubicado dentro del área de estudio de la organización Dow Agroscience De Colombia S.A. • **aguas abajo:** agua con apariencia semiturbia, se encuentra ubicado dentro del área de estudio de la organización Dow Agroscience De Colombia S.A. . • **Uniphos Descarga:** punto de monitoreo ubicado en la parte trasera de la organización Uniphos Colombia Plant Limited, se toma la muestra de una llave de paso, no se perciben malos olores, ni espumas en el agua, no se observa iridiscencia; agua con apariencia turbia. Cabe destacar que para este punto no se tiene registro fotográfico debido a que la seguridad de la organización, manifiesta que, los equipos electrónicos como los celulares, se deben quedar en unos lockers en la entrada para poder seguir. • **Monómeros Descarga:** punto de monitoreo en zona aledaña, pero hace parte de la organización Monómeros Colombo Venezolanos S.A., canal que lleva hasta el rio Magdalena, no se perciben malos olores, ni espumas en el agua, no se observa iridiscencia, y el agua se mueve, pero muy lentamente; agua con apariencia turbia.

Agua residual no doméstica	
Fotografía 1. Vertimiento Dow Agroscience De Colombia S.A.	**Fotografía 2. aguas arriba Dow Agroscience De Colombia S.A.**
Fotografía 3. aguas abajo Dow Agroscience De Colombia S.A.	**Fotografía 4. Monómeros Descarga**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en el área de estudio de las organizaciones MONÓMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A., UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED y DOW AGROSCIENCE DE COLOMBIA S.A.; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Barranquilla tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Barranquilla. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura aquí es en promedio 27.1 °C. La precipitación aproximada es de 1396 mm. (www.es.climate-data.org/).

Soledad tiene un clima tropical. En verano hay mucha más lluvia que en invierno. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 27,0 °C. La precipitación promedio aproximada es de 1396 mm. (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo			Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
vertimiento	178563	10:45	3	10°56’29,05” N	2767624,528 N
				74°45’25,06” W	4808073,726 E
aguas arriba	178564	13:10	3	10°56’26,86” N	2767556,204 N
				74°45’19,07” W	4808255,147 E
aguas abajo	178565	15:35	3	10°56’35,26” N	2767815,620 N
				74°45’27,05” W	4808014,435 E
Uniphos Descarga	178566	18:00	2	11°01’49,03” N	2777482,543 N
				74°48’10,08” W	4803123,823 E
Monómeros Descarga	178567	11:00	2	11°2’20,0” N	2778444,456 N
				74°49’8,0” W	4801372,057 E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Figura 1. Localización geográfica-I.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica-II.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica-III.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas, se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, y el artículo 13: Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación y manufactura de bienes, para las actividades de con la fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario.

4.1 Mediciones en campo

De la **Tabla 7** a la **Tabla 9** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 10** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – vertimiento

Vertimiento	Hora	8/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	8:40	7,57	31,2	658,31	2,0	156,5
Alícuota 2	9:10	7,45	31,8	634,20	2,2	159,3
Alícuota 3	9:40	7,40	31,8	668,92	2,7	158,5
Alícuota 4	10:10	7,37	31,7	646,90	1,9	157,1
Alícuota 5	10:40	7,35	31,6	615,27	1,5	156,8
Mínimo		7,35	31,2	644,72*	1,5	156,5
Máximo		7,57	31,8		2,7	159,3

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – aguas arriba y aguas abajo

8/10/2022		Parámetros *In-Situ*	
Parámetros	unidades	aguas arriba	aguas abajo
		13:10	15:35
pH	unidades	7,39	7,31
Temperatura	°C	29,7	32,1
Caudal	L/s	771,35	654,97
Oxígeno disuelto	mg/L	1,7	1,6
Conductividad	µS/cm	157,0	188,5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Mediciones en campo – Uniphos Descarga y Monómeros Descarga.

2/12/2022	Parámetros *In-Situ*		
Parámetros	**unidades**	**Uniphos Descarga**	**Monómeros Descarga**
		18:00	**11:00**
pH	unidades	7,22	7,10
Temperatura	°C	30,2	33,2
Caudal	L/s	NM	NM
Oxígeno disuelto	mg/L	6,7	5,9
conductividad	µS/cm	200,1	180,4

NM: No Medido, debido a las condiciones de los sistemas.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 10. Comparación con la norma – *In situ*

Puntos de monitoreo	Parámetros *In-Situ*		Res 631 2015		Cumplimiento
	pH (Unidades)	Temperatura °C	Art 5	Art 13	
vertimiento	7,35-7,57	31,2-31,8	≤40,00	6,00 – 9,00	Cumplen
aguas arriba	7,39	29,7			Cumplen
aguas abajo	7,31	32,1			Cumplen
Uniphos Descarga	7,22	30,2			Cumplen
Monómeros Descarga	7,10	33,2			Cumplen

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 4** (Prichard, 2003).

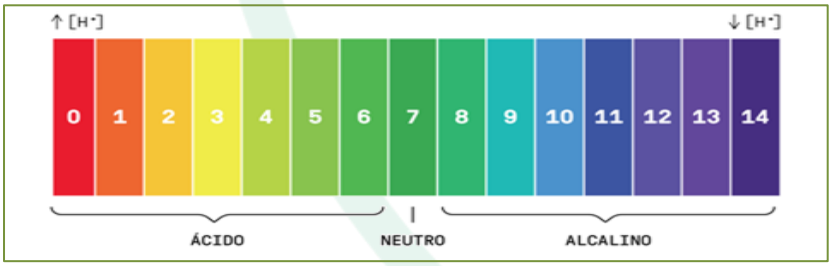
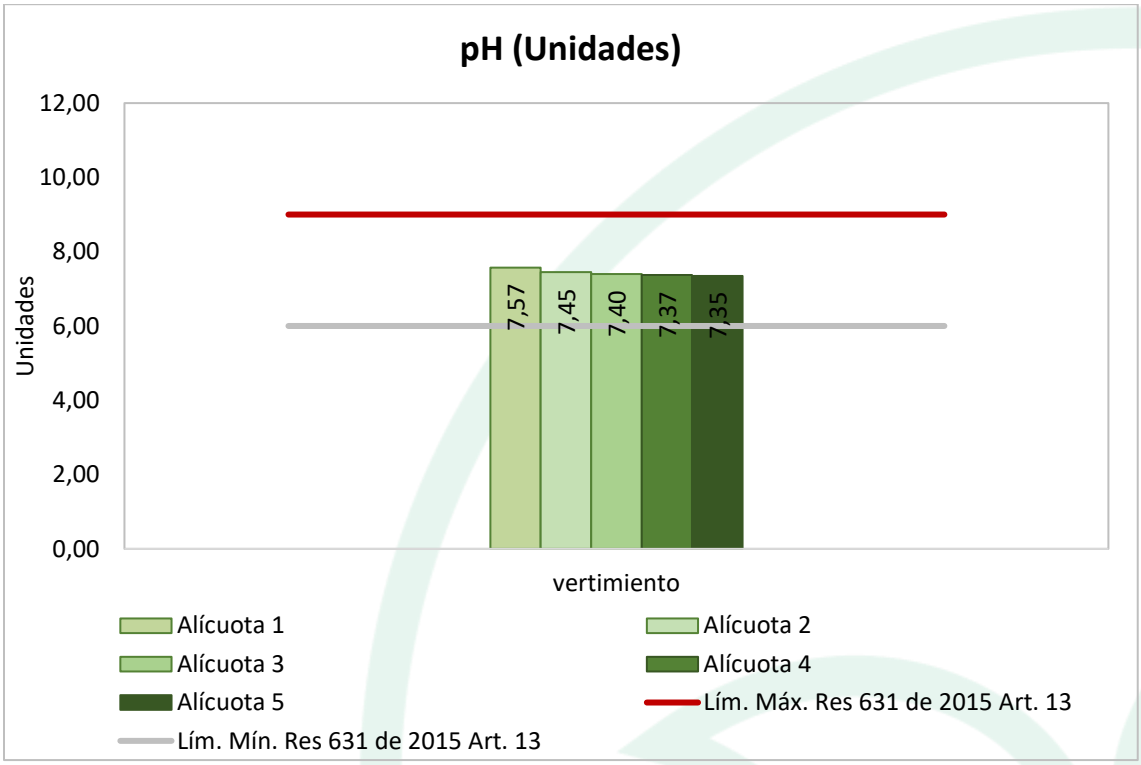


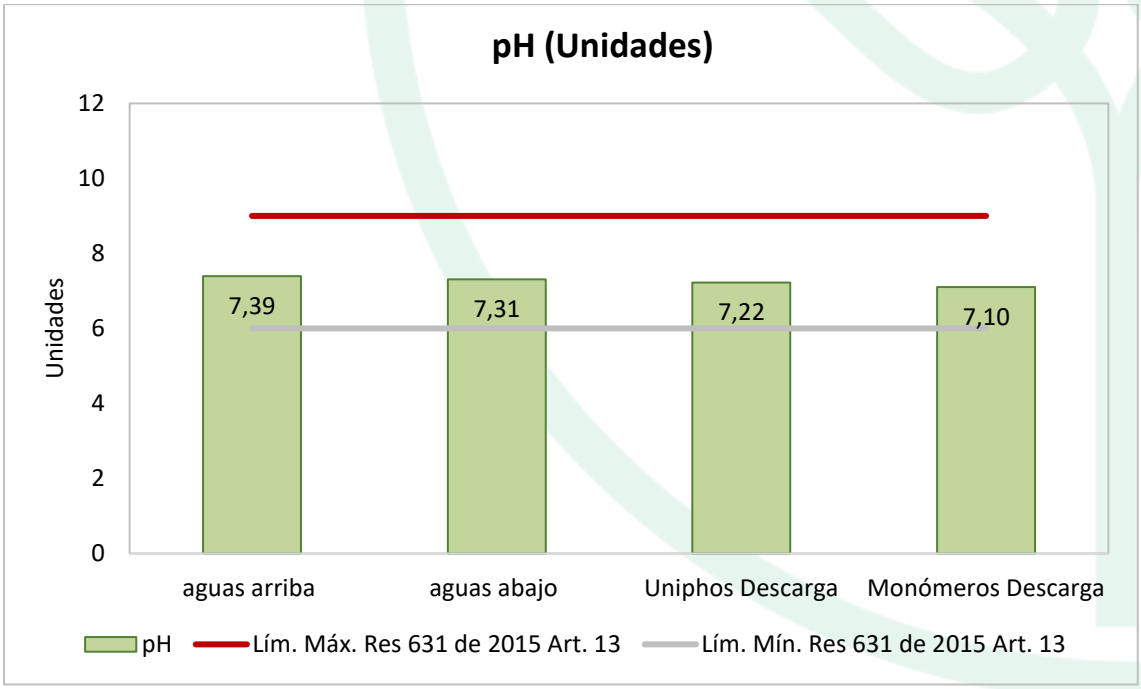
Figura 4. Escala de pH.

Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento neutro en los puntos de monitoreo; los valores arrojados se encuentran dentro del rango de 6,00 a 9,00 unidades, reflejando cumplimiento, con respecto al artículo 13, de la Resolución 631 de 2015. Lo anterior se puede ver reflejado en la **Gráfica 1 y Gráfica 2.**

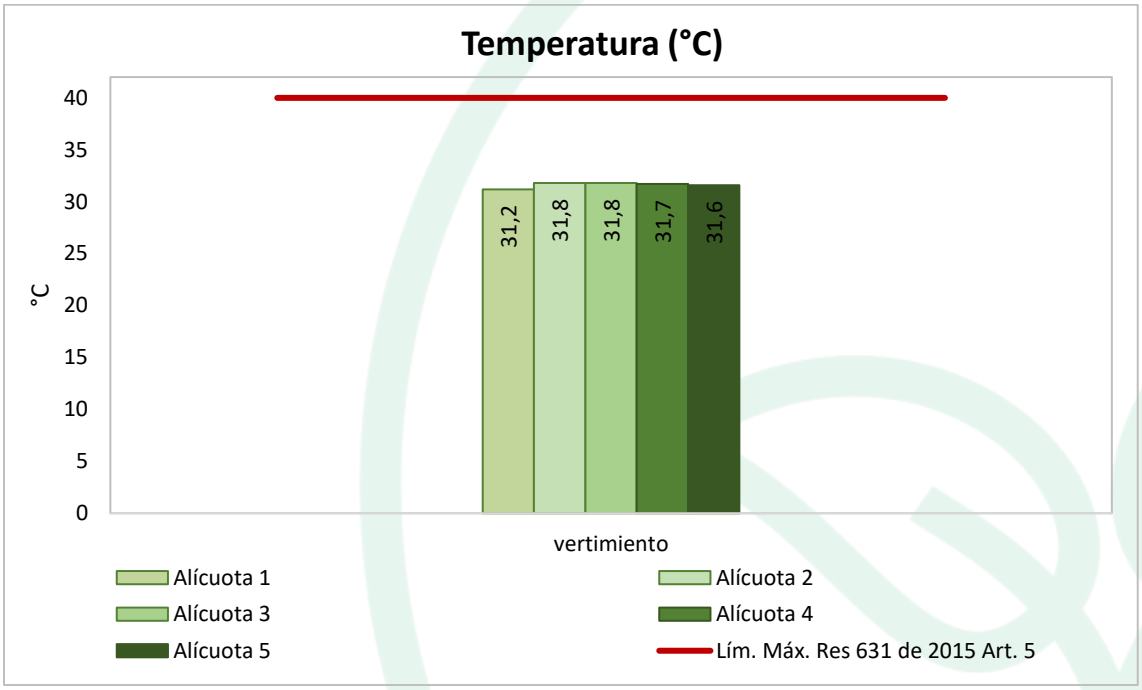


Gráfica 1. Cumplimiento de pH-I.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

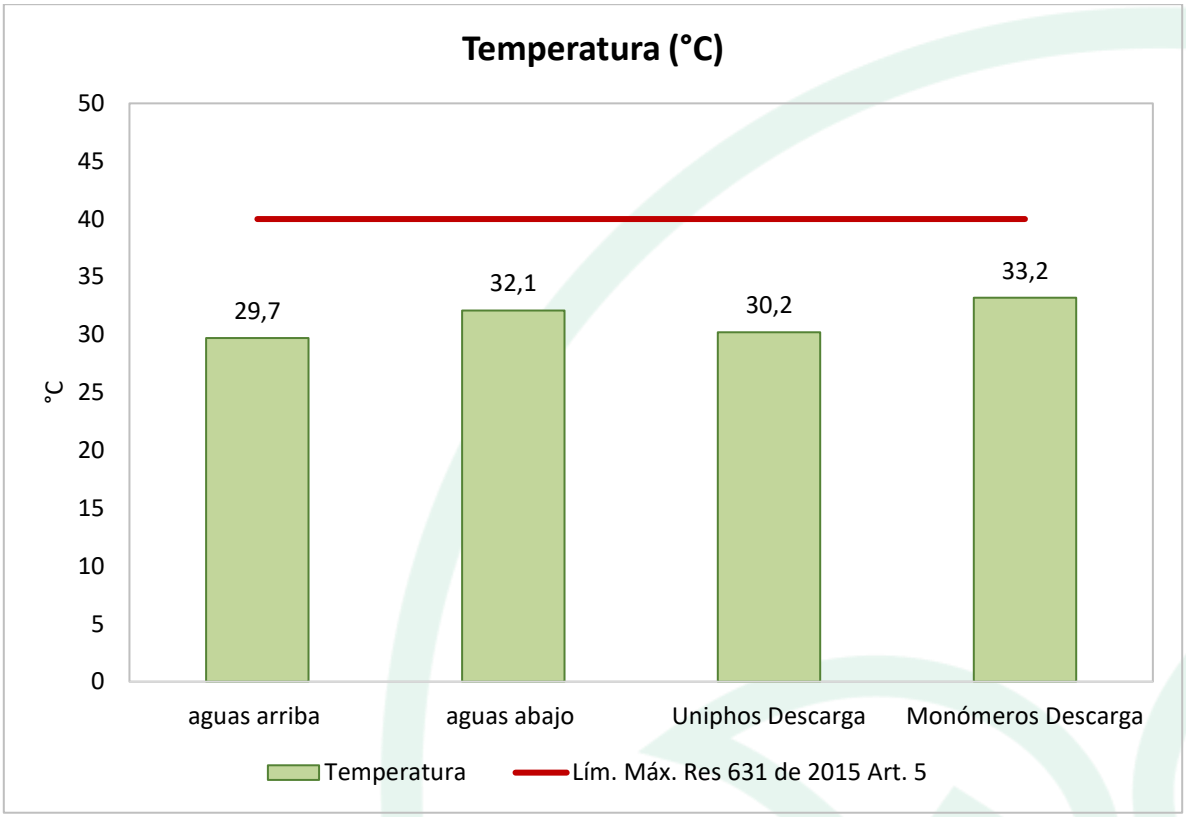


Gráfica 2. Cumplimiento de pH-II.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



Gráfica 3. Cumplimiento de temperatura-I.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 4. Cumplimiento de temperatura-II.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, se presentó un promedio de 644,72 L/s para el punto Vertimiento, de 771,35 L/s para el punto aguas arriba y de 654,97 L/s para el punto aguas abajo; para el punto Uniphos Descarga no pudo ser medido, debido a que se tomó la muestra de una llave de paso, mientras que, para el punto Monómeros Descarga no pudo ser medido, ya que el fujo del agua fue lento. En relación con el oxigeno disuelto, se presentaron valores entre 1,5 a 2,7 mg/L para el punto vertimiento; para los puntos aguas arriba y aguas abajo se presentaron valores de 1,7 y 1,6 mg/L respectivamente; por último, para el punto Uniphos Descarga el valor de oxígeno disuelto fue de 6,7 mg/L y para Monómeros Descarga fue de 5,9 mg/L.

La Conductividad es una expresión numérica de la habilidad del agua para transportar una corriente eléctrica que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas (Romero, 2009). En este sentido, se evidencia que los puntos de monitoreo presentan una mineralización débil, a excepción del punto Uniphos Descarga que presenta una mineralización media; lo anterior teniendo en cuenta la **Tabla 11**.

Tabla 11. Mineralización del agua a partir de la conductividad

Conductividad eléctrica (µS/cm)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 – 200	Débil
200 – 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua, 1995.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 12** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 12. Resultados de laboratorio.

Parámetros	Unidades	I.C.F	Vertimiento	Aguas arriba	Aguas abajo	Uniphos Descarga	Monómeros Descarga	Res 631/2015 Art. 13	Cumplimiento
			8/10/2022			2/12/2022			
			ID 178563	ID 178564	ID 17565	ID 178566	ID 178567		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	3,3	4,5	<2,0	713,6*	6,2	200,00	Cumplen/*No cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	<10	10	<10	1989*	17	600,00	Cumplen/*No cumple
Fenoles	mgpHOH/L	0,0081	0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,20	Cumplen
Grasas y aceites	mg/L	0,015	<10	<10	<10	<10	<10	10,00	Cumplen
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	32,5	38,0	16,2	27,9	31,9	200,00	Cumplen
Metales totales									
Arsénico total	mg/L	0,149	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,10	Cumplen
Cobre total	mg/L	0,073	0,008	0,008	0,006	<0,002	0,014	1,00	Cumplen
Cromo total	mg/L	0,085	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	0,008	0,50	Cumplen
Mercurio total	mg/L	0,196	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,01	Cumplen

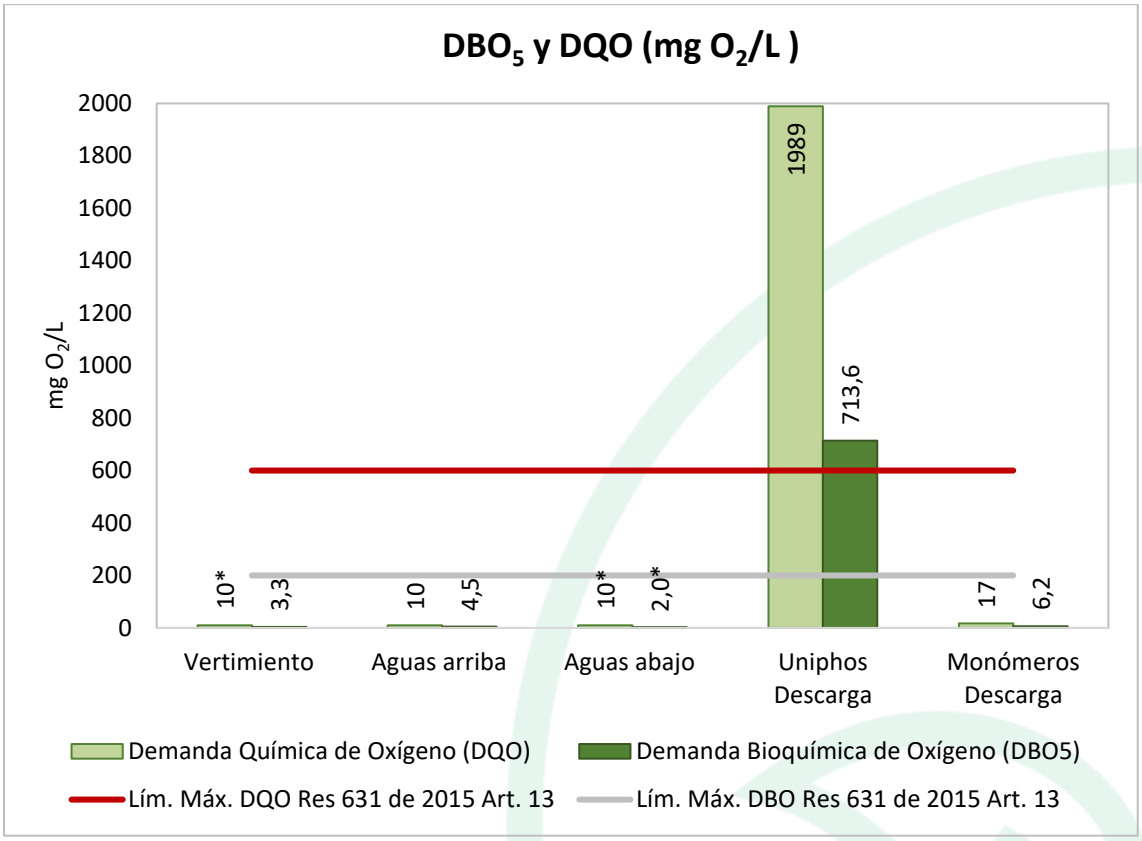
I.C.F: Incertidumbre Como Factor.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S. y CIS LAB., 2022.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo de los máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 (artículo 13), lo cual permite identificar que los puntos monitoreados presentan adecuadas condiciones de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere, a excepción del punto Uniphos Descarga.

Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para los puntos de monitoreo, lo cual se puede observar en la **Gráfica 5.**



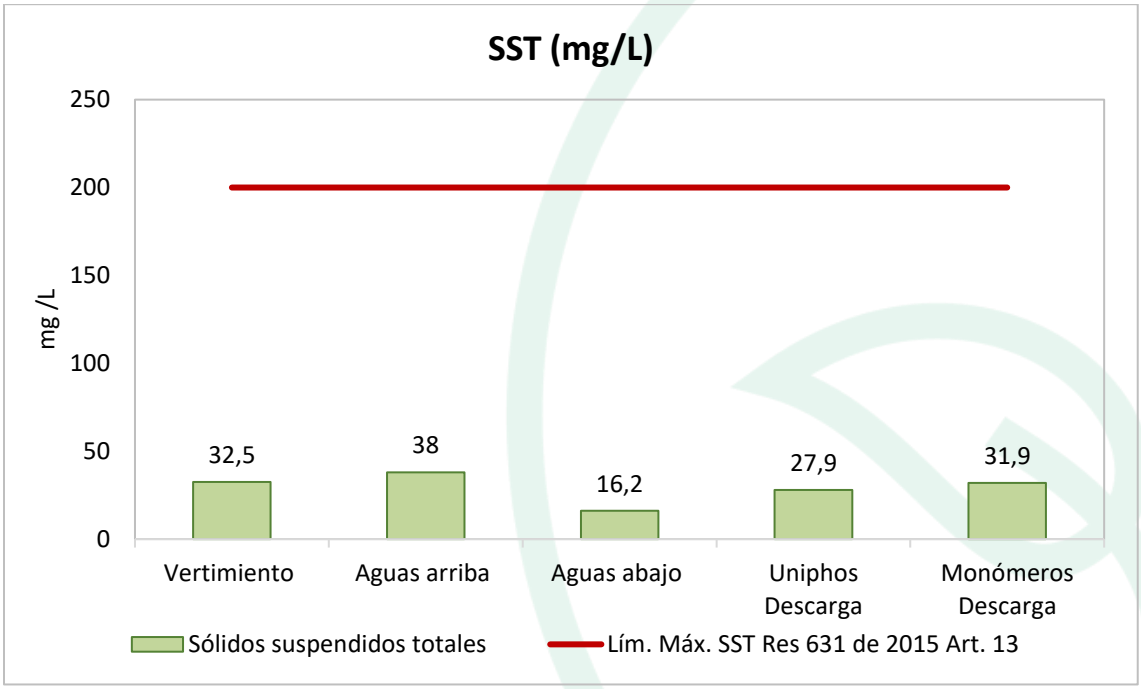
**: valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO .
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron por bajas y/o por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis empleada por el laboratorio, indicando cumplimiento con respecto a lo estipulado en el artículo 13 de la Resolución 631 de 2015.

Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en los puntos de monitoreo se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L, evidenciando cumplimiento con respecto a la Resolución 631 de 2015, articulo 13.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentan cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 13, siendo este de 200,00 mg/L; lo anterior se puede observar en la **Gráfica 6.**



Gráfica 6. Cumplimiento de SST
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para las concentraciones obtenidas de metales como el Arsénico total, Cobre total, Cromo total y Mercurio total, se presentaron valores bajos o por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, evidenciando el cumplimiento con el límite máximo establecido por la normatividad.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH y temperatura, se evidenció un cumplimiento del 100% con respecto a los valores y rangos máximos establecidos en los artículos 5 y 13 de la Resolución 631 de 2015 para los puntos de monitoreo.

Los resultados obtenidos tras los análisis de las muestras en laboratorio, para los puntos de monitoreo presentaron un cumplimiento en el 77,78% de las muestras, con respecto a lo establecido en el artículo 13 de la Resolución 631 de 2015; lo anterior se vio representado en la desviación del punto Uniphos descarga.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

22 de febrero 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/barranquilla-3539/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/soledad-53735/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

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

Tabla 13. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	ReporteSERAMBIENTE	3
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	ReporteCISLAB	2
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Cadenas de custodia	4
		Plan de monitoreo	9
		Planillas de campo	3
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1169 de 2022	9
		Resolución 2577 de 2022	30
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
Anexo 4. Certificados de calibración.			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua residual no doméstica, ejecutada el 12 de octubre de 2022.

BARRANQUILLA, ATLÁNTICO
OCTUBRE 2022

www.serambiente.com
Tel: (57) (5) 385 8220 - Carrera 41 No. 73B - 72
Barranquilla, Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 11

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 11

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

4. RESULTADOS 16

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 16

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 20

5. CONCLUSIONES 27

6. BIBLIOGRAFÍA 28

7. ANEXOS 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica. 15

Figura 2. Escala de pH. 17

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vertimiento PTAR Pintura 14

Fotografía 2. Vertimiento PTAR Anodizado 14

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH. 18

Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura. 19

Gráfica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO 23

Gráfica 4. Cumplimiento de SST 24

Gráfica 5. Cumplimiento de Metales-Punto Vertimiento PTAR Pintura 25

Gráfica 6. Cumplimiento de Metales-Punto Vertimiento PTAR Anodizado 25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 9

Tabla 2. Identificación de la muestra. 10

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 12

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 12

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 15

Tabla 7. Mediciones en campo – Vertimiento PTAR Pintura 16

Tabla 8. Mediciones en campo – Vertimiento PTAR Anodizado 17

Tabla 9. Comparación con la norma – *In situ* 17

Tabla 10. Resultados de laboratorio. 20

Tabla 11. Anexos del informe técnico 29

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiologías del agua residual no doméstica en dos (2) punto, los cuales se encuentran ubicados en las salidas de los sistemas de tratamiento de la organización TECNOGLASS S.A., localizada en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental. Cabe resaltar que no fue posible la toma de muestra en un (1) punto, debido a que, el vertimiento es realizado hacia el sistema de alcantarillado que va por debajo de la vía.

1.2 Objetivos específicos

Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos en dos (2) puntos ubicados en las salidas de los sistemas de tratamiento de la organización TECNOGLASS S.A., localizada en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico, por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio. Cabe resaltar que no fue posible la toma de muestra en un (1) punto, debido a que, el vertimiento es realizado hacia el sistema de alcantarillado que va por debajo de la vía.

- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada, durante el periodo de monitoreo

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente (Resolución 631 de 2015, artículos 5, 13 y 16).

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 13:** Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación y manufactura de bienes, para tratamiento y revestimiento de metales.
- **Artículo 16:** vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas ARnD al alcantarillado público.

2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Barranquilla
Ciudad:	Atlántico
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.
Organización en estudio	
Razón social	**TECNOGLASS S.A.**
Departamento:	Barranquilla
Ciudad:	Atlántico
Actividad económica:	Fabricación de vidrio y productos de vidrio; Forja, prensado, estampado y laminado de metal; pulvimetalurgia

2.3 Responsables del informe

Elaboró:

Sigry Cervantes P.

Sigry Cervantes Polo

Revisó

Xiomara Quintero Gamez

Aprobó:

Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. -SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA en la organización TECNOGLASS S.A. **SERAMBIENTE S.A.S.**, es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM, a través de la Resolución 1169 del 14 de noviembre de 2022, vigente hasta el 19 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 1169 de 2022
	Cloruro	
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Fluoruros Cl	
	Grasas y aceites	
	Nitratos Cl	

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
	Nitritos	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Sulfatos	
	Temperatura	
LIMA S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Arsénico total	Resolución 0780 de 2022
	Berilio total	
	Cadmio total	
	Cobalto total	
	Cobre total	
	Cromo total	
	Hierro total	
	Litio total	
	Manganeso total	
	Mercurio total	
	Molibdeno total	
	Níquel total	
	Plomo total	
	Selenio total	
	Vanadio total	
	Zinc total	
SGS COLOMBIA S.A.S	Aluminio total	Resolución 0790 de 2022
	Boro total	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, CIS LAB y SGS S.A.S., 2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		Salida del sistema de tratamiento de la empresa TECNOGLASS S.A., localizada en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico.	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
178572	12928	12/10/2022	Vertimiento PTAR Pintura
178573			Vertimiento PTAR Anodizado

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua residual no doméstica en dos (2) puntos, ubicados en las salidas de los sistemas de tratamiento de la organización TECNOGLASS S.A., localizada en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental. Cabe resaltar que no fue posible la toma de muestra en un (1) punto, debido a que, el vertimiento es realizado hacia el sistema de alcantarillado que va por debajo de la vía.

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).

Se realizó la toma de muestra el día 12 de octubre de 2022, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestra se realizó de manera compuesta, para lo cual, se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y*

temperatura; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ*.

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	Balde	Volumétrico	NA	NA
Sólidos sedimentables	Cono Imhoff	SM 2540 F	0,1	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua residual no doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B - Edición 23, 2017	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Fluoruros Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. agosto 1993.	0,15	0,0900
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Nitratos Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. agosto 1993.	0,3	0,0079
Nitritos	SM 4500 NO_2 B - Edición 23, 2017	0,0050	0,0378
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	10	0,025
Metales totales			
Aluminio total	SM 3030 K 23nd 2017-EPA 200.8	0,090	0,01
Arsénico total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,003	0,149
Berilio total		0,002	0,126
Boro total	SM 3030 K 23nd 2017-EPA 200.8	0,090	0,03
Cadmio total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,071
Cobalto total		0,002	0,079

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,085
Hierro total		0,003	0,097
Litio total		0,003	NE
Manganeso total		0,002	0,095
Mercurio total	SM 3112 B. 3120 B 2017	0,0005	0,196
Molibdeno total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,076
Níquel total		0,003	0,089
Plomo total		0,003	0,200
Selenio total		0,003	0,195
Vanadio total		0,002	0,09
Zinc total		0,003	0,062
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	1,8	±0,18
Coliformes totales	SM 9221 B	1,8	±0,20

NE: No Especifica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, CIS LAB y SGS S.A.S., 2022.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo compuesto –FO-PO-PSM-45-02, Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua residual no doméstica	
Fotografía 1. Vertimiento PTAR Pintura	**Fotografía 2. Vertimiento PTAR Anodizado**
Descripción	
Los puntos se encuentran ubicados en las salidas de los sistemas de tratamiento de la organización TECNOGLASS S.A., localizada en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico. Los cuales se denominan: • **Vertimiento PTAR Pintura:** Agua con apariencia semiclara. • **Vertimiento PTAR Anodizado:** Agua con apariencia semiclara.	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en las salidas de los sistemas de tratamiento de la organización TECNOGLASS S.A., localizada en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico.

Barranquilla tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Barranquilla. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura aquí es en promedio 27.1 °C. La precipitación aproximada es de 1396 mm. (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Vertimiento PTAR Pintura	178572	12:30	4	11°2’15,88” N	2778324,426 N
				74°49’43,25” W	4800301,667 E
Vertimiento PTAR Anodizado	178573	12:55	6	11°2’12,61” N	2778223,566 N
				74°49’41,00” W	4800369,327 E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Figura 1. Localización geográfica.
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas, se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, artículo 13: Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales no Domesticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación y manufactura de bienes, para las actividades de tratamiento y revestimiento de metales; y artículo 16: vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas ARnD al alcantarillado público.

4.1 Mediciones en campo

En la **Tabla 7** y **Tabla 8,** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 9** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – Vertimiento PTAR Pintura

Vertimiento PTAR Pintura	Hora	12/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	10:30	7,71	33,3	1,00	2,5	3950
Alícuota 2	11:00	6,87	33,9	1,13	0,1	3980
Alícuota 3	11:30	8,85	33,9	1,25	1,8	4940
Alícuota 4	12:00	6,59	34,0	1,20	0,7	4240
Alícuota 5	12:30	7,08	33,8	1,21	1,1	2820
Mínimo		6,59	33,3	1,16*	0,1	2820
Máximo		8,85	34,0		2,5	4940

*Nota: para el parámetro de conductividad se realizó conversión a µS/cm, *: Promedio*
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – Vertimiento PTAR Anodizado

Vertimiento PTAR Anodizado	Hora	12/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	10:55	5,72	38,9	5,04	2,6	8290
Alícuota 2	11:25	6,54	39,6	5,45	2,2	9020
Alícuota 3	11:55	7,18	39,1	5,38	2,6	9460
Alícuota 4	12:25	7,44	38,7	4,80	2,7	9400
Alícuota 5	12:55	7,54	38,4	4,98	2,6	9080
Mínimo		5,72	38,4	5,13*	2,2	8290
Máximo		7,54	39,6		2,7	9460

*Nota: para el parámetro de conductividad se realizó conversión a µS/cm, *: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Comparación con la norma – *In situ*

Parámetros	Vertimiento PTAR Pintura	Vertimiento PTAR Anodizado	Res 631 2015	Cumplimiento
	ID 178572	ID 178573	Art 13 y 16	
pH (unidades)	6,59 – 8,85	5,72 – 7,54	5,00 – 9,00	Cumplen
Temperatura (°C)	33,3 – 34,0	38,4 – 39,6	≤40,00**	Cumplen

***: Artículo 5*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 2** (Prichard, 2003).

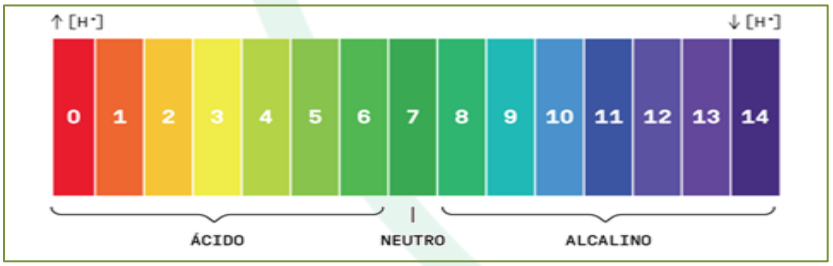
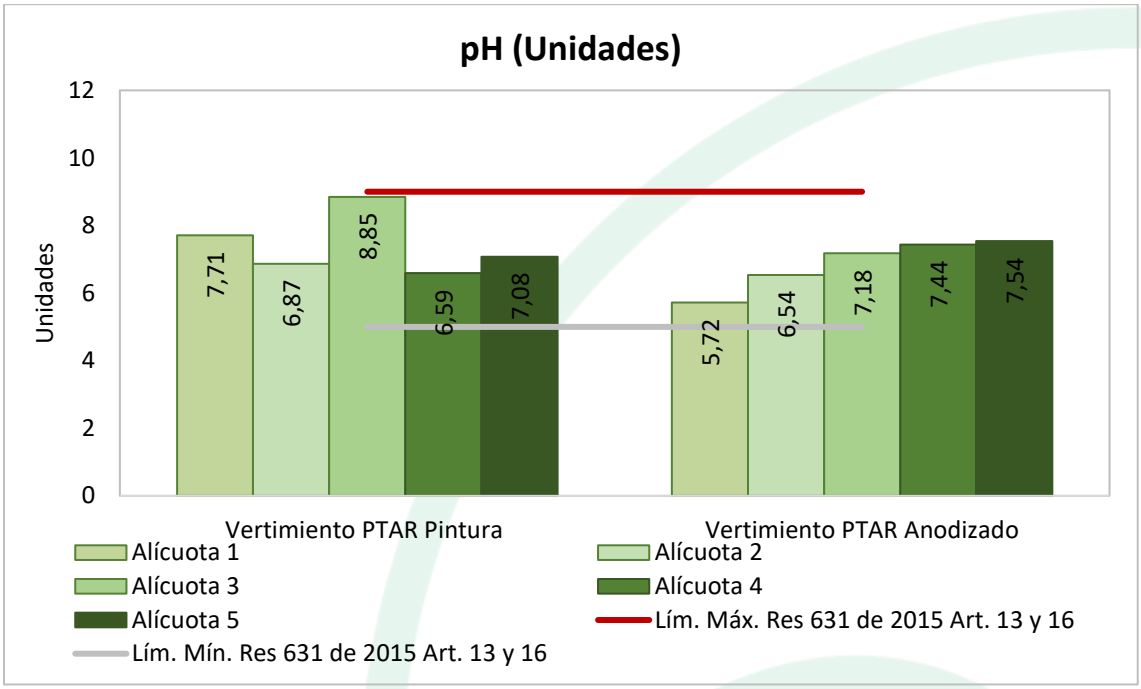


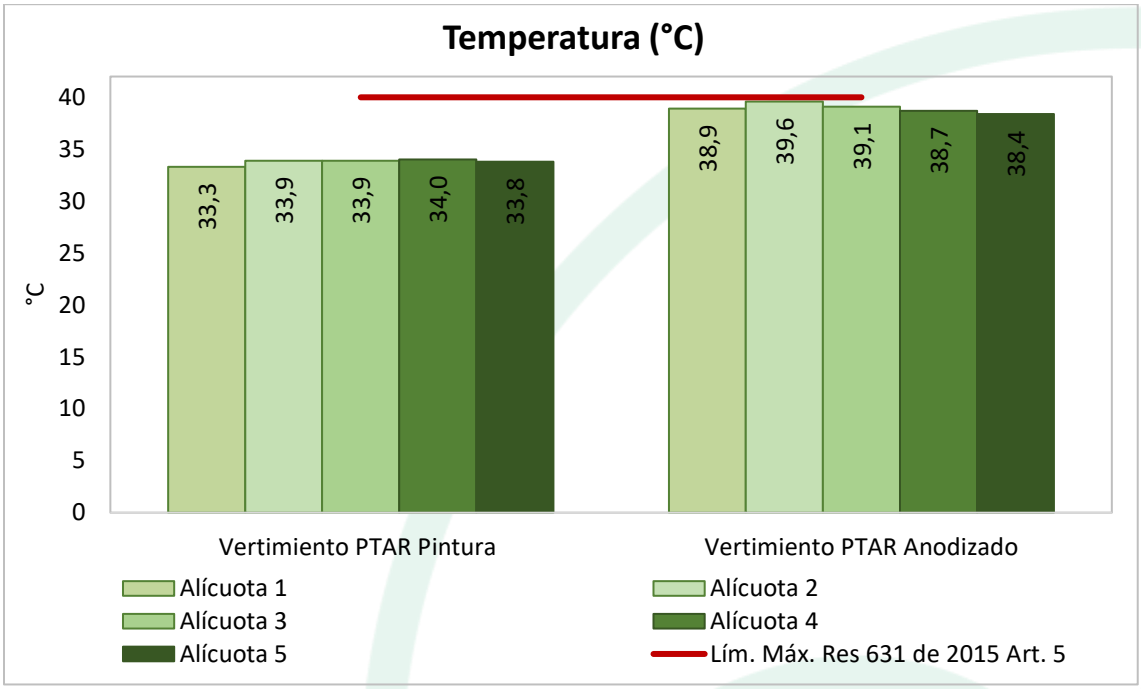
Figura 2. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento ácido, neutro y alcalino en los puntos de monitoreo; los valores arrojados se encuentran dentro del rango de 5,00 a 9,00 unidades, reflejando cumplimiento, con respecto al artículo 13 y 16, de la Resolución 631 de 2015. Lo anterior se puede ver reflejado en la **Gráfica 1.**



Gráfica 1. Cumplimiento de pH.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 0631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, se presentó un promedio de 1,16 L/s para el punto Vertimiento PTAR Pintura y de 5,13 para el punto Vertimiento PTAR Anodizado. En lo que respecta a las mediciones del oxígeno disuelto, este arrojo valores comprendidos entre 0,1 y 2,5 en el punto Vertimiento PTAR Pintura y de 2,2 a 2,7 mg/L en el punto Vertimiento PTAR Anodizado. Por último, para la conductividad, el punto Vertimiento PTAR Pintura presento valores de 2820 a 4940 µS/cm y el punto Vertimiento PTAR Anodizado de 8290 a 9460 µS/cm.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 10** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 10. Resultados de laboratorio.

Parámetros	Unidades	Incertidumbre	Vertimiento PTAR Pintura	Vertimiento PTAR Anodizado	Res 631/2015 Art. 13 y 16	Cumplimiento
			ID 178572	ID 178573		
Cloruros	mg Cl^-/L	0,087	1863	1510	NE	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	13,2	13,3	150,00	Cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	24	41	375,00	Cumplen
Fenoles	mgpHOH/L	0,0081	< 0,1	< 0,1	0,20	Cumplen
Fluoruros	mg F-/L	0,0900	< 0,15	< 0,15	NE	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,015	< 10	< 10	15,00	Cumplen
Nitratos Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	< 0,3	< 0,3	NE	NA
Nitritos	mg N-NO_2^-/L	0,0378	0,1666	< 0,0050	NE	NA
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	25,0	68,5	75,00	Cumplen
Sulfatos	mg SO_4^-/L	0,025	697	5076	NE	NA
Metales totales						
Aluminio total	mg/L	0,01	51,549	25,166	3,00	No cumplen
Arsénico total	mg/L	0,149	< 0,003	< 0,003	0,10	Cumplen
Berilio total	mg/L	0,126	< 0,002	< 0,002	NE	NA
Boro total	mg/L	0,03	< 0,090	< 0,090	NE	NA
Cadmio total	mg/L	0,071	< 0,002	< 0,002	0,05	Cumplen
Cobalto total	mg/L	0,079	0,003	< 0,002	NE	NA
Cobre total	mg/L	0,073	0,009	0,018	1,00	Cumplen
Cromo total	mg/L	0,085	11,7*	0,019	0,50	Cumple/*No cumple
Hierro total	mg/L	0,097	0,461	0,72	3,00	Cumplen
Litio total	mg/L	NA	0,004	< 0,003	NE	NA
Manganeso total	mg/L	0,095	0,024	0,077	NE	NA
Mercurio total	mg/L	0,196	< 0,0005	< 0,0005	0,01	Cumplen
Molibdeno total	mg/L	0,076	< 0,002	0,012	NE	NA

Parámetros	Unidades	Incertidumbre	Vertimiento PTAR Pintura ID 178572	Vertimiento PTAR Anodizado ID 178573	Res 631/2015 Art. 13 y 16	Cumplimiento
Níquel total	mg/L	0,089	0,011	0,024	0,50	Cumplen
Plomo total	mg/L	0,200	< 0,003	< 0,003	0,20	Cumplen
Selenio total	mg/L	0,195	< 0,003	< 0,003	NE	NA
Vanadio total	mg/L	0,09	< 0,002	0,033	NE	NA
Zinc total	mg/L	0,062	0,037	0,147	3,00	Cumplen
Microbiológicos						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	±0,18	200	1700	NE	NA
Coliformes Totales		±0,20	2300	160000	NE	NA

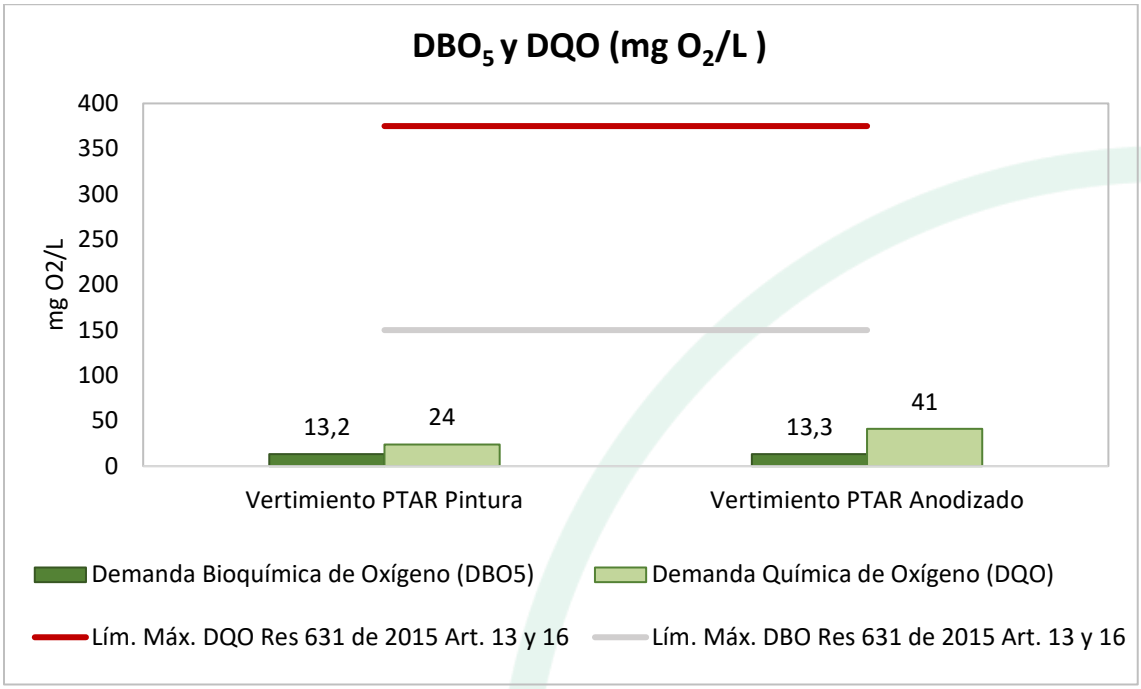
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, CIS LAB y SGS S.A.S., 2022.

.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo de los máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 (artículo 13), lo cual permite identificar que los puntos monitoreados presentan adecuadas condiciones de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere.

Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para los puntos de monitoreo, lo cual se puede observar en la **Gráfica 3.**



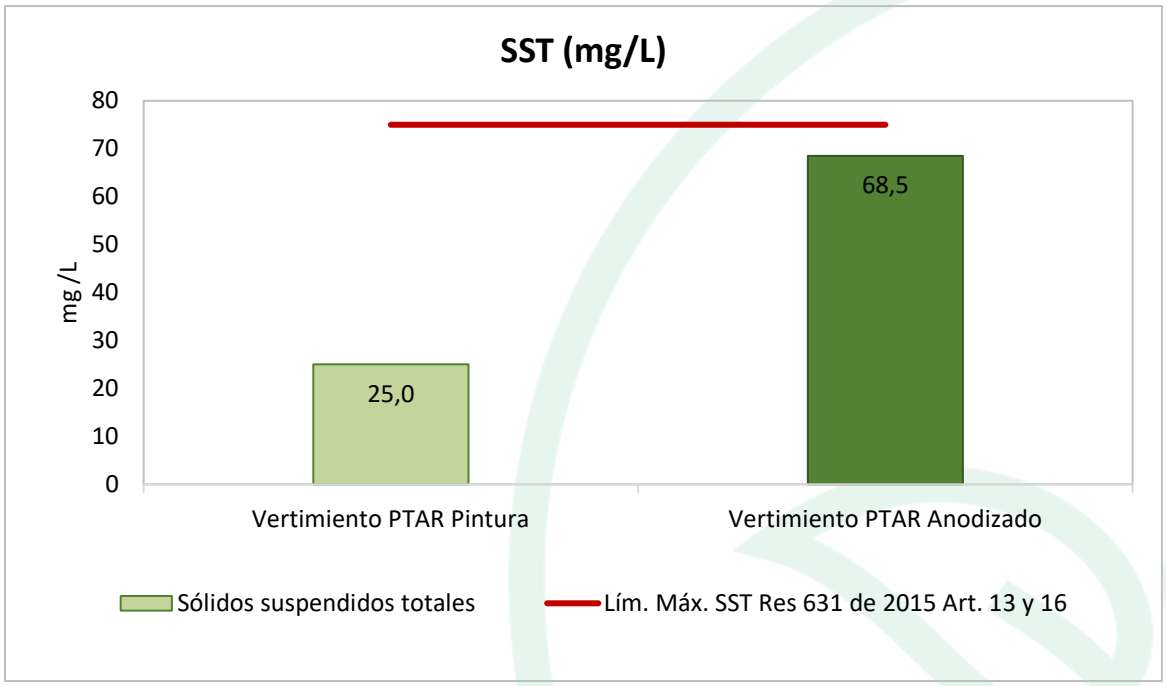
Gráfica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO .
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis empleada por el laboratorio, por lo cual, presentan cumplimento respecto al máximo permisible establecido en la norma para el parámetro de fenoles.

Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en los puntos de monitoreo se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L, evidenciando el cumplimiento con respecto a la Resolución 0631 de 2015, articulo 13.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color

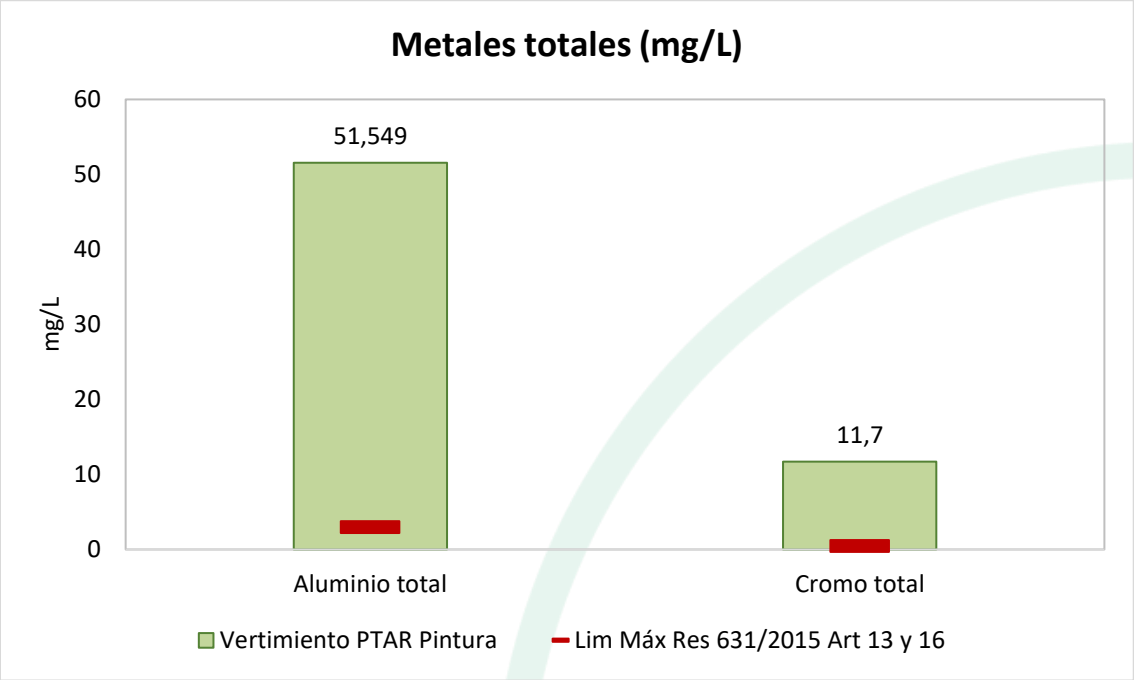
aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentaron cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículos 13 y 16, siendo de 75,00 mg/L; lo que se puede observar en la **Gráfica 4.**



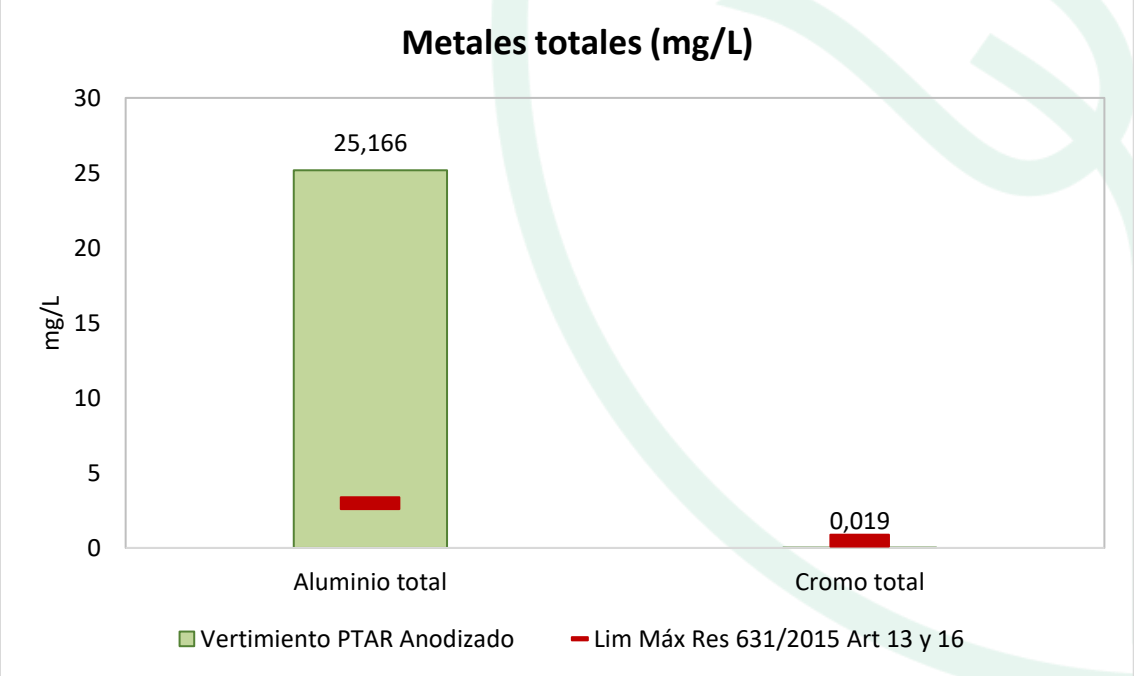
Gráfica 4. Cumplimiento de SST
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

se analizaron parámetros como: cloruros, fluoruros, nitratos CI, nitritos y sulfatos; los cuales no presenta lineamiento establecido en la normativa aplicable.

Las concentraciones obtenidas de metales como el arsénico total, berilio total, boro total, cadmio total, cobalto total, cobre total, hierro total, litio total, manganeso total, mercurio total, molibdeno total, níquel total, plomo total, selenio total, vanadio total y zinc total, presentan valores bajos o por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, evidenciando el cumplimiento con los límites establecidos por la normativa para los casos que aplique. Por su parte, se presentó desviación con respecto al máximo permisible establecido en la norma para el aluminio total en ambos puntos y para el cromo total en el punto Vertimiento PTAR Pintura, como se puede observar en la **Gráfica 5** y **Gráfica 6.**



Gráfica 5. Cumplimiento de Metales-Punto Vertimiento PTAR Pintura
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 6. Cumplimiento de Metales-Punto Vertimiento PTAR Anodizado
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por último, para los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentan concentraciones características del tipo de muestra analizada. Cabe resaltar que este parámetro no presenta lineamiento establecido en la normativa aplicable.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH y temperatura, se evidenció un cumplimiento del 100% con respecto a los valores y rangos máximos establecidos en los artículos 5, 13 y 16 de la Resolución 631 de 2015 para los puntos de monitoreo.

Para el punto vertimiento PTAR Pintura se presentó un 86,67% de cumplimiento, con respecto a lo establecido en el artículo 13 y 16 de la Resolución 631 de 2015, mientras que, para el punto vertimiento PTAR Anodizado el cumplimiento fue del 93,33%.

Para el caso de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentaron concentraciones características del tipo de agua analizada.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

3 de febrero 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/barranquilla-3539/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 11** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 11. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	ReporteSERAMBIENTE	2
	LIMA S.A.S.	ReporteLIMA	1
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	ReporteCISLAB	1
	SGS COLOMBIA S.A.S	ReporteSGS	3
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Acta de servicio en campo	2
		Cadenas de custodia	4
		Plan de monitoreo	4
		Planillas de campo	2
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1169 de 2022	9
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
	SGS COLOMBIA S.A.S	Resolución 0790 de 2022	21
Anexo 4. Certificados de calibración			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua residual no doméstica, ejecutado el día 11 de octubre de 2022.

BARRANQUILLA, ATLÁNTICO
OCTUBRE 2022

www.serambiente.com
Tel: (57) (5) 385 8220 - Carrera 41 No. 73B - 72
Barranquilla, Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 11

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 11

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 13

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

4. RESULTADOS 16

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 16

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 21

5. CONCLUSIONES 26

6. BIBLIOGRAFÍA 27

7. ANEXOS 28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica 15

Figura 2. Escala de pH. 17

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vertimiento 13

Fotografía 2. Mediciones In-situ 13

Fotografía 3. Aguas arriba 14

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH Vertimiento – Art 13 de la Res 631/2015. 18

Gráfica 2. Cumplimiento de pH Aguas arriba – Art 13 de la Res 631/2015. 18

Gráfica 3. Cumplimiento de temperatura punto Vertimiento. 19

Gráfica 4. Cumplimiento de temperatura punto Vertimiento. 20

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – Art 13 Res 631/2015. 23

Gráfica 6. Cumplimiento de Fenoles – Art 13 Res 631/2015 24

Gráfica 7. Cumplimiento de SST – Art 13 Res 631/2015 25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 9

Tabla 2. Identificación de la muestra. 10

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 12

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 12

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 13

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 14

Tabla 7. Mediciones en campo – Vertimiento 16

Tabla 8. Mediciones en campo – Aguas arriba. 17

Tabla 9. Comparación con la norma – *In situ* 17

Tabla 10. Resultados de laboratorio. 21

Tabla 11. Anexos del informe técnico 28

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiologías del agua residual no doméstica en un (1) punto ubicado en el vertimiento de Smurfit Kappa Cartón de Colombia, un (1) punto ubicado aguas arriba de Smurfit Kappa Cartón de Colombia y un (1) punto aguas debajo de Smurfit Kappa Cartón de Colombia; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental. Es importante mencionar que no se pudo realizar el monitoreo para el punto aguas abajo debido a fuertes y prolongadas lluvias.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos en tres (3) puntos; localizados en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio. Cabe resaltar que no se pudo realizar el monitoreo para el punto aguas abajo debido a fuertes y prolongadas lluvias

- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada, durante el periodo de monitoreo

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente (Resolución 631 de 2015, artículos 5 y 13).

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 13:** parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con fabricación de papel y cartón – plantas integradas de pulpa blanqueada (maderables y no maderables).

2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A.**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
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.
Organizaciones en estudio	
Razón social	**SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Barranquilla
Actividad económica:	Empresas de fabricación de papel y cartón.

2.3 Responsables del informe

Elaboró:

Elisa Camargo Jimenez

Revisó

Xiomara Quintero Gámez

Aprobó:

Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A., contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA en la organización SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA. SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM, a través de la Resolución 1169 del 14 de noviembre de 2022, vigente hasta el 19 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 1169 de 2022
	Cloruro	
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Grasas y aceites	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos Suspendidos Totales SST	

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
	Sulfatos	
	Temperatura	
LIMA S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CISLAB)	Cadmio total	Resolución 0780 de 2022
	Cobalto total	
	Cobre total	
	Cromo total	
	Mercurio total	
	Plomo total	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, y CISLAB., 2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		SMURFIT KAPPA CARTON DE COLOMBIA	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
178575	12825	11/10/2022	Vertimiento
178576			Aguas Arriba
178577	NA		Aguas abajo

NA: No aplica, no se pudo realizar el monitoreo para este punto debido a las fuertes lluvias presentadas.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua residual no doméstica en tres (3) puntos ubicados en el área de estudio de la empresa Smurfit Kappa Cartón de Colombia localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental. Es importante mencionar que no se pudo realizar el monitoreo para el punto aguas abajo debido a fuertes y prolongadas lluvias.

Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del lnstituto 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).

Se realizó la toma de muestra el día 11 de octubre de 2022, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestra se realizó de manera compuesta, para el punto vertimiento para lo cual, se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día. Por su parte se realizó muestreo simple para los puntos aguas arriba y aguas abajo; para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar. Cabe resaltar que no se pudo realizar el monitoreo para el punto aguas abajo debido a fuertes y prolongadas lluvias.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	NM	NM	NM	NM

NA: No Aplica. NM: No medido, Los datos de caudal fueron suministrados por la empresa Smurfit Kappa Cartón de Colombia de una canaleta parshall.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua residual no doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B - Edición 23, 2017	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	10	0,025
Metales totales			
Cadmio total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,071
Cobalto total		0,002	0,079
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,085
Mercurio total	SM 3112 B. 3120 B 2017	0,0005	0,196
Plomo total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,003	0,200

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	1,8	±0,18
Coliformes totales	SM 9221 B	1,8	±0,20

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S. y CISLAB., 2022.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo compuesto –FO-PO-PSM-45-02, Planilla de campo muestreo simple - FO-PO-PSM-45-01 Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua residual no doméstica	
Descripción	
Los puntos se encuentran ubicados en las instalaciones de Smurfit Kappa Cartón de Colombia, localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Los cuales se denominan: • **Vertimiento** El punto de monitoreo se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la organización, la apariencia de la muestra se observa ***semiturbia.*** • **Aguas Arriba:** El punto de monitoreo presenta una apariencia ***semiturbia.***	
Fotografía 1. Vertimiento	**Fotografía 2. Mediciones In-situ**

Agua residual no doméstica
Fotografía 3. Aguas arriba

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en el area de estudio de la empresa Smurfit Kappa Cartón de Colombia; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Las condiciones climáticas de Barranquilla se caracterizan por un clima tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. El clima se clasifica como Aw según Köppen y Geiger. En Barranquilla, la temperatura media anual es de 27.1 °C. 80.7 °F. En un año, la precipitación es de 1396 mm (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Vertimiento	178575	13:40	131	11°2’1,25” N	2777862,412 N
				74°48’34,76” W	4802377,194 E

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Aguas arriba	178576	13:15	40	11°1’59,67” N	2777813.224 N
				74°48’31,18” W	4802485.532 E
Aguas abajo	178577	NA	NA	NA	NA
				NA	NA

NA: No aplica, no se pudo realizar el monitoreo para este punto debido a las fuertes lluvias presentadas.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Figura 1. Localización geográfica
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas, se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, el artículo 13: parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con fabricación de papel y cartón – plantas integradas de pulpa blanqueada (maderables y no maderables).

4.1 Mediciones en campo

En la **Tabla 7** y **Tabla 8** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 9** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – Vertimiento

Vertimiento	Hora	11/10/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Oxígeno disuelto mg/L	Caudal L/s	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	11:30	7,76	35,1	2,3	13,31	2040
Alícuota 2	12:00	7,77	35,6	2,3	13,88	2070
Alícuota 3	12:30	7,79	35,7	2,3	14,51	2060
Alícuota 4	13:00	7,79	35,6	2,3	13,25	2090
Alícuota 5	13:30	7,79	35,7	2,0	13,88	2090
Mínimo		7,76	35,1	2,0	13,77*	2040
Máximo		7,79	35,7	2,3		2090

**: Promedio. Conversión de mS/cm a µS/cm*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – Aguas arriba.

Punto	11/10/2022				
	Parámetros *In-Situ*				
Aguas arriba	pH (Unidades)	Temperatura °C	Oxígeno disuelto mg/L	Caudal L/s	Conductividad µS/cm
	7,95	30,3	2,1	NA	152,3

NA: No aplica. No se pudo determinar el caudal debido a la carencia de embarcación en el lugar de monitoreo.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Comparación con la norma – *In situ*

Parámetros	Vertimiento ID 178575	Aguas arriba ID 178576	Res 631 2015 Art 13	Cumplimiento
pH (unidades)	7,76 – 7,79	7,95	6,00 – 9,00	Cumplen
Temperatura (°C)	35,1 – 35,7	30,3	40,00**	Cumplen

***: Artículo 5*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 2** (Prichard, 2003).

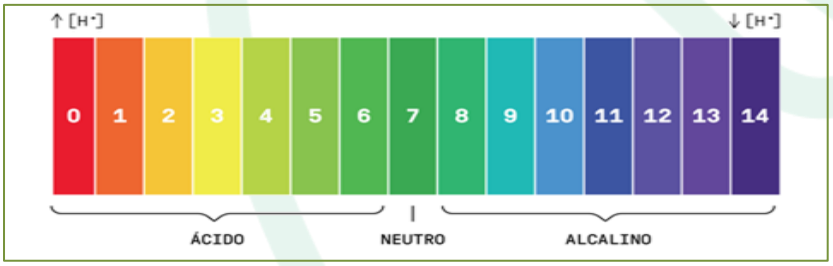
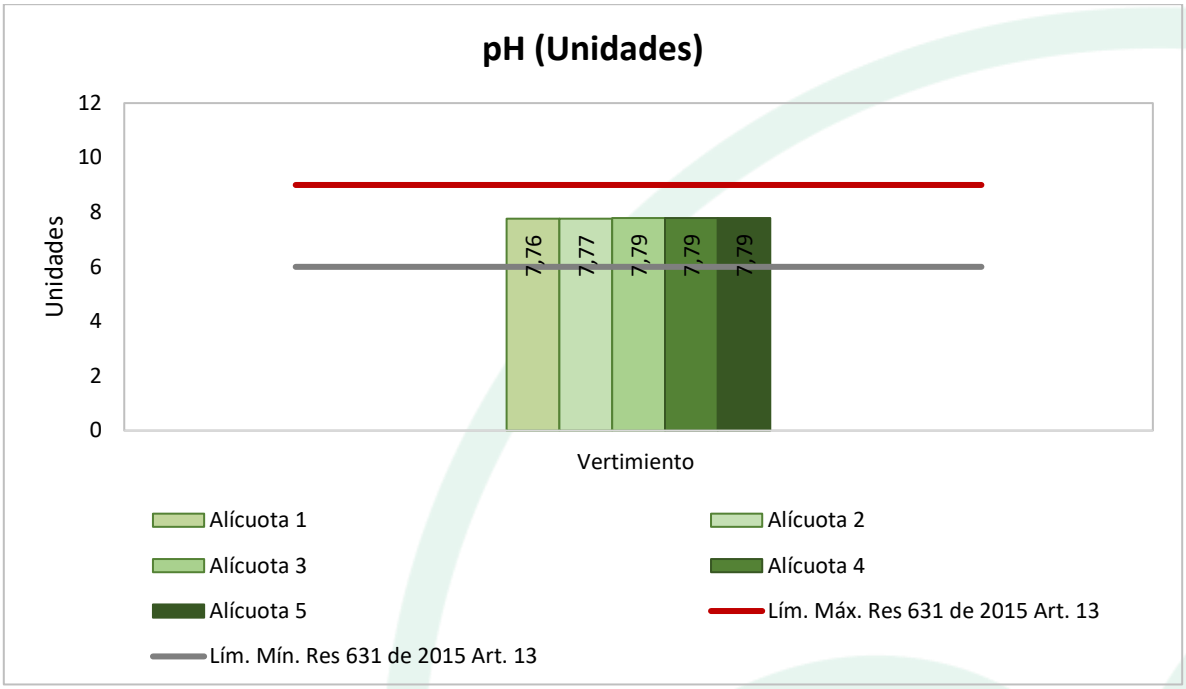
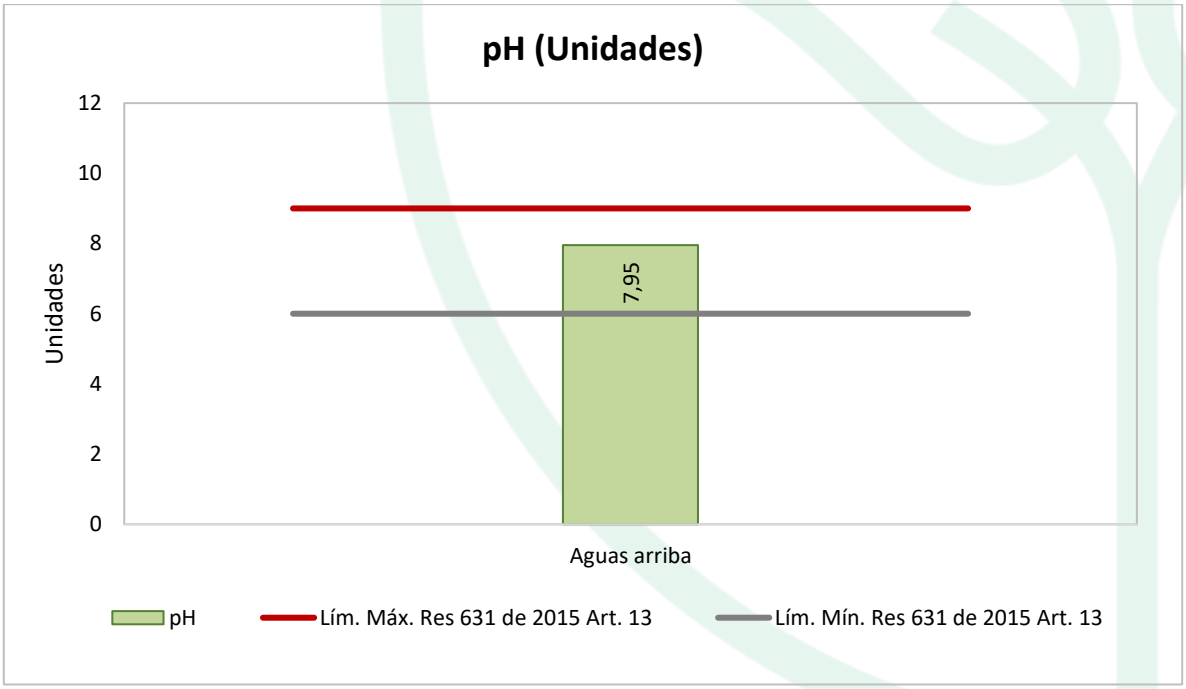


Figura 2. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento neutro para los puntos vertimiento y aguas arriba presentando cumplimiento del rango de 6,00 a 9,00 unidades, establecido en el artículo 13, de la Resolución 631 de 2015 Lo anterior se puede ver reflejado en las **Gráfica 1** y **Gráfica 2**

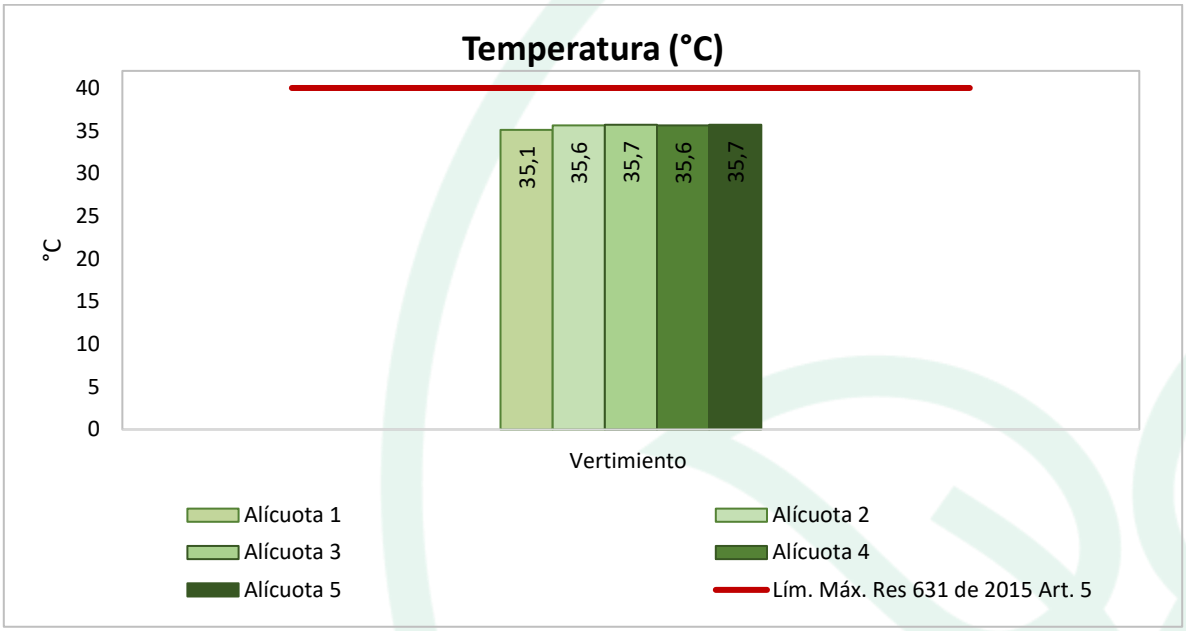


Gráfica 1. Cumplimiento de pH Vertimiento – Art 13 de la Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

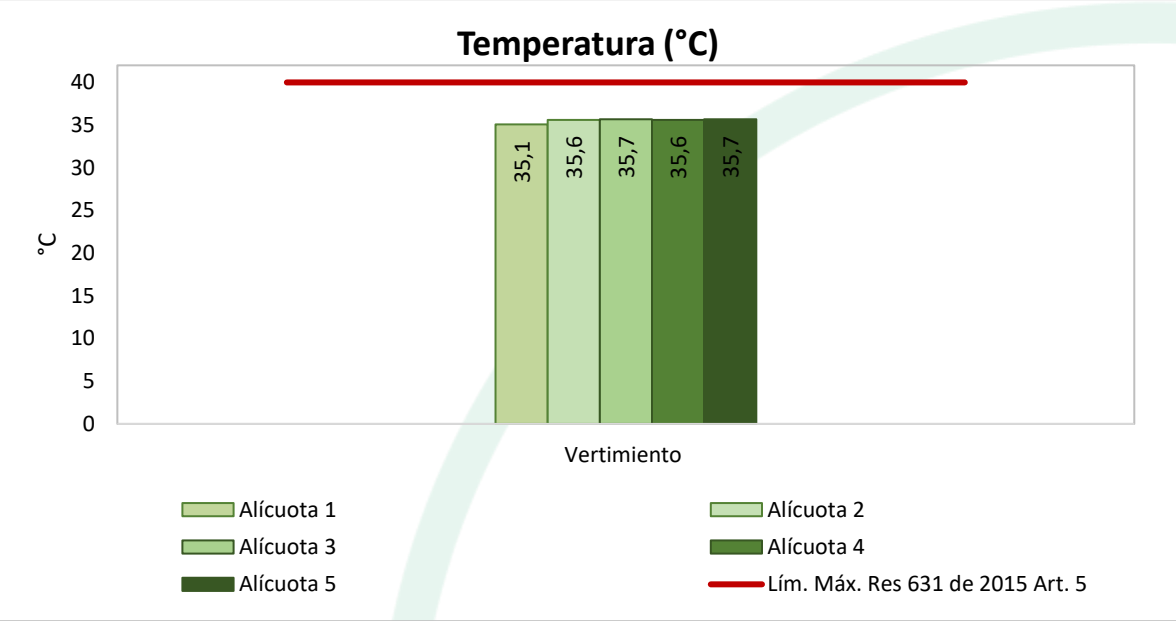


Gráfica 2. Cumplimiento de pH Aguas arriba – Art 13 de la Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 0631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



Gráfica 3. Cumplimiento de temperatura punto Vertimiento.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 4. Cumplimiento de temperatura punto Vertimiento.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, para el punto Vertimiento se presentó un promedio de 13,77 L/s mientras para el punto aguas arriba no fue posible determinar el caudal debido a que no se contaba con la embarcación requerida para realizar el monitoreo.

En relación con el oxígeno disuelto en agua, este arrojo valores comprendidos entre 2,0 y 2,3 mg/L en el punto Vertimiento mientras que para el punto aguas arriba el valor fue de 2,1 mg/L

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 10** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 10. Resultados de laboratorio.

Parámetros	Unidades	I.C.F	Vertimiento	Aguas arriba	Res 631/2015 Art. 13	Cumplimiento
			11/10/22			
			ID 178575	ID 178576		
Cloruros	mg Cl^-/L	0,087	1762	1359	1,200,00	No cumplen
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	364,1	< 2,0	300,00	Cumple ID **178576**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	899	< 10	550,00	Cumplen ID **178576**
Fenoles	mg PhOH/L	0,0081	< 0,1	< 0,1	0,20	Cumplen
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	< 10	< 10	20,00	Cumplen
Sólidos Suspendidos totales SST	mg/L	0,0429	43,0	27,5	250,00	Cumplen
Sulfatos	mg SO_4^-/L	0,025	84	17	600,00	Cumplen
Metales totales						
Cadmio total	mg/L	0,071	<0,002	<0,002	NE	NA
Cobalto total	mg/L	0,079	<0,002	<0,002	NE	NA
Cobre total	mg/L	0,073	0,012	0,006	NE	NA
Cromo total	mg/L	0,085	0,008	<0,002	NE	NA
Mercurio total	mg/L	0,196	<0,0005	<0,0005	NE	NA
Plomo total	mg/L	0,2	<0,003	<0,003	NE	NA
Microbiológicos						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	±0,18	920000	28000	NE	NA
Coliformes Totales		±0,20	920000	160000	NE	NA

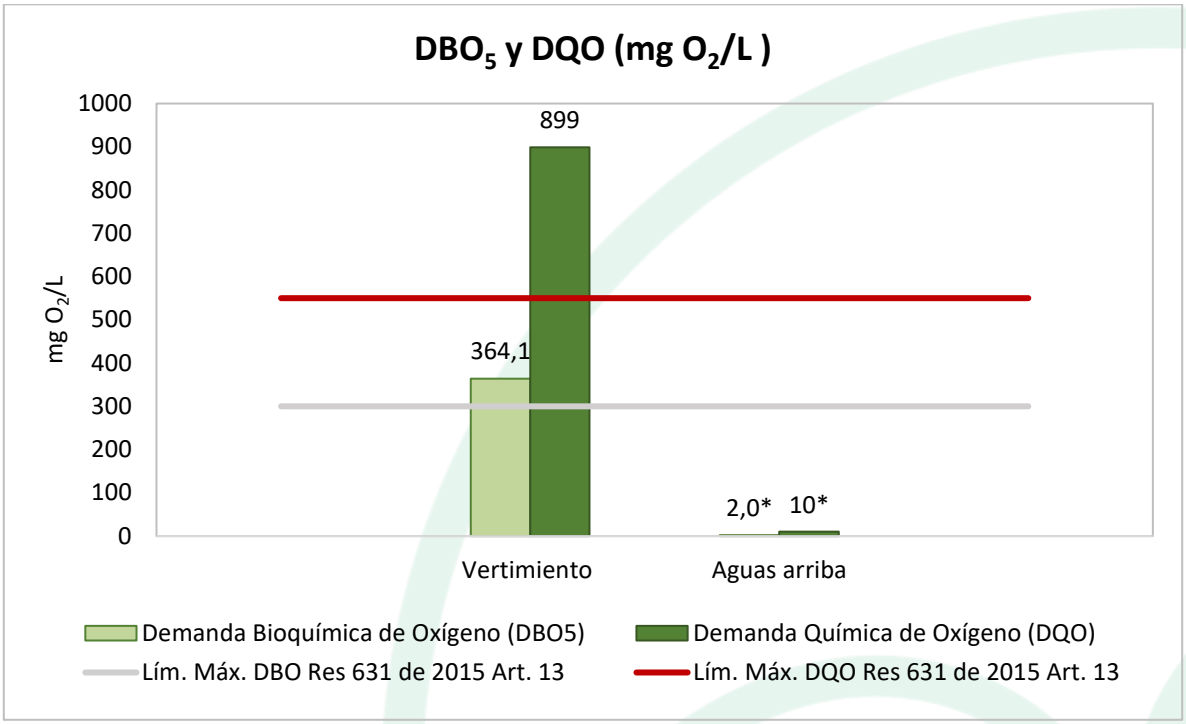
I.C.F: Incertidumbre como factor.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, Y CISLAB, 2022.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en el punto Aguas arriba, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo de los máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 (artículo 13), lo cual permite identificar que el punto monitoreado presenta adecuada condicione de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere. Por su parte el punto Vertimiento obtuvo un resultado de 364,1 mg O_2/L el cual presenta desviación con relación a la normativa referenciada anteriormente.

Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para el punto de monitoreo Aguas arriba a excepción del punto Vertimiento que presentó desviación con respecto al artículo 13 de la Resolución 631 de 2015, lo cual se puede observar en la **Gráfica 5**

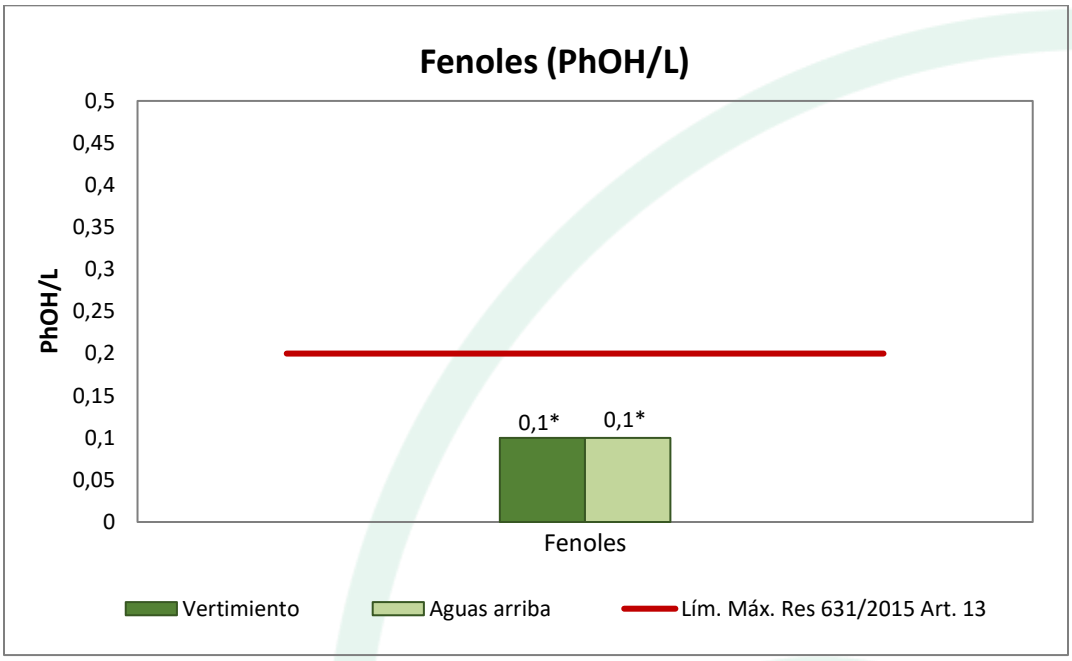


**: Valores por debajo del límite de cuantificación.*

Gráfica 5. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – Art 13 Res 631/2015.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron cumplimiento con respecto al artículo 13, de la resolución 0631 de 2015 ver **Gráfica 6**



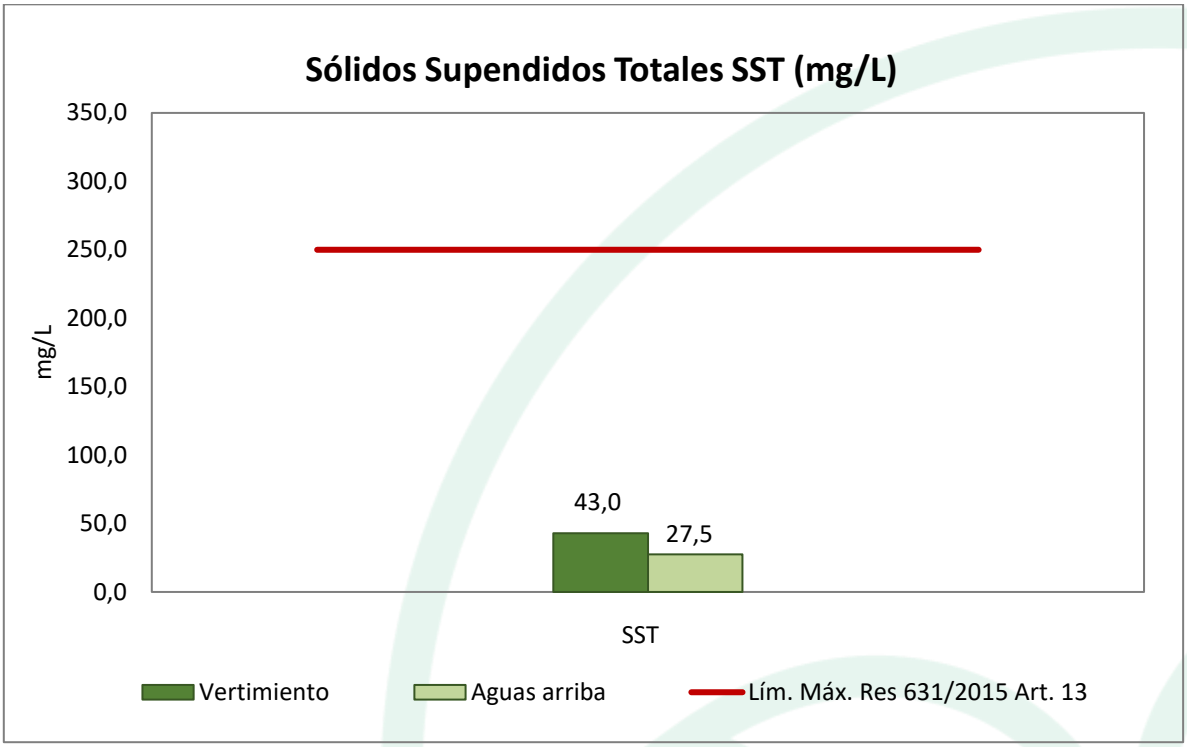
**: Valores por debajo del límite de cuantificación.*

Gráfica 6. Cumplimiento de Fenoles – Art 13 Res 631/2015

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en los puntos de monitoreo Vertimiento y Aguas arriba se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L, evidenciando el cumplimiento con respecto a la Resolución 0631 de 2015, artículo 13.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentaron cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 13, lo que se puede observar en la **Gráfica 7.**



Gráfica 7. Cumplimiento de SST – Art 13 Res 631/2015
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para los cloruros los resultados obtenidos presentaron desviación con respecto al límite máximo establecido en la normativa aplicable.

Los sulfatos por su parte cumplen con los límites máximos que establece el artículo 13 de la resolución 0631 de 2015 ya que arrojo un resultado de 84 mg SO_4^-/L para el punto vertimientos y 17 mg SO_4^-/L para el punto aguas arriba

Las concentraciones obtenidas de metales como el cadmio total, cobalto total, cromo total (punto aguas arriba), mercurio total, y plomo total, presentan valores bajos o por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, Mientras que el cobre total y el cromo total (punto vertimiento) presentaron valores bajos. Cabe resaltar que estos parámetros no se encuentran especificados en la normativa de referencia.

Por último, para los coliformes Termotolerantes y coliformes totales, se presentan concentraciones con características considerables, sin embargo, cabe resaltar que este parámetro no presenta lineamiento establecido en la normativa aplicable.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH y temperatura, se evidenció un cumplimiento del 100% con respecto a los valores y rangos máximos establecidos en los artículos 5 para temperatura y artículo 13 para pH, de la Resolución 0631 de 2015 para los puntos de monitoreo.

Para los parámetros monitoreados en laboratorio se tiene que la mayoría de parámetros que requieren comparación normativa tienen cumplimiento a excepción del punto vertimiento para los parámetros DBO_5 y DQO los cuales obtuvieron desviación con respecto a la normativa de referencia. Por su parte el punto Aguas arriba obtuvo cumplimiento en todos los parámetros analizados.

Los metales no especifican límite normativo por lo que se le realizo análisis y reporte. Se evidencia que estos arrojaron resultados bajos y por debajo del límite de cuantificación por lo que no tienen mayor incidencia sobre la muestra de agua.

Para el caso de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentaron concentraciones considerables por lo que puede asociarse a las características del tipo de agua analizada.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

12 de mayo 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/barranquilla-3539/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 11** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 11. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	Reporte SERAMBIENTE	2
	LIMA S.A.S.	Reporte LIMA	1
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CISLAB)	Reporte CISLAB	1
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Cadenas de custodia	3
		Plan de monitoreo	4
		Planillas de campo	3
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1169 de 2022	9
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
Anexo 4. Certificados de calibración			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua residual no doméstica, ejecutada los días 2 y 11 de noviembre y el 1 de diciembre de 2022.

BARANOA-PUERTO COLOMBIA-SOLEDAD, ATLÁNTICO
NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2022

www.serambiente.com
Tel: (57) (5) 385 8220 - Carrera 41 No. 73B - 72
Barranquilla, Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 10

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 12

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 12

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 15

4. RESULTADOS 18

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 18

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 22

5. CONCLUSIONES 27

6. BIBLIOGRAFÍA 28

7. ANEXOS 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica – Clínica Reina Catalina 16

Figura 2. Localización geográfica – Clínica Porto Azul 17

Figura 3. Localización geográfica – Clínica de la Policía 17

Figura 4. Escala de pH. 20

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa) 14

Fotografía 2. Vertimiento Complejo Porto Azul 14

Fotografía 3. P1 15

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH – Art 14 y 16 de la Res 631/2015. 20

Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura. 21

Gráfica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – Art 14 Res 631/2015. 24

Gráfica 4. Cumplimiento de Fenoles – Art 14 y 16 Res 631/2015 25

Gráfica 5. Cumplimiento de SST – Art 14 y 16 Res 631/2015 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 10

Tabla 2. Identificación de la muestra. 11

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 13

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 13

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 16

Tabla 7. Mediciones en campo – Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa) 18

Tabla 8. Mediciones en campo – Vertimiento Complejo Porto Azul 19

Tabla 9. Mediciones en campo – P1 19

Tabla 10. Comparación con la norma – *In situ* 19

Tabla 11. Resultados de laboratorio. 22

Tabla 12. Anexos del informe técnico 29

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiologías del agua residual no doméstica en un (1) punto ubicado en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA PORTO AZUL, un (1) punto ubicado en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA REINA CATALINA y un (1) punto en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA DE LA POLICÍA; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos en un (1) punto ubicado en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA PORTO AZUL, un (1) punto ubicado en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA REINA CATALINA y un (1) punto en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA DE LA POLICÍA; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio.

- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada, durante el periodo de monitoreo

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente (Resolución 631 de 2015, artículos 5, 14 y 16).

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 14:** parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - ARnD de actividades de atención a la salud humana – atención medica con y sin internación.
- **Artículo 16:** vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) al alcantarillado público.

2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
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.
Organizaciones en estudio	
Razón social	**CLÍNICA PORTO AZUL**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Puerto Colombia
Actividad económica:	Actividades de la práctica médica, con y sin internación.
Razón social	**CLÍNICA REINA CATALINA**
Departamento:	Atlántico

Municipio:	Baranoa
Actividad económica:	Actividades de hospitales y clínicas, con internación, actividades de la práctica médica, sin internación, actividades de apoyo diagnóstico y otras actividades de atención de la salud humana.
Razón social	**CLÍNICA DE LA POLICÍA**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Soledad
Actividad económica:	Actividades de la práctica médica.

2.3 Responsables del informe

Elaboró:

Sigry Cervantes P.

Sigry Cervantes Polo

Revisó

Xiomara Quintero Gamez

Daniella Hernández Ferraro

Aprobó:

Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA en las organizaciones CLÍNICA PORTO AZUL, CLÍNICA REINA CATALINA y CLÍNICA DE LA POLICÍA. SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM, a través de la Resolución 1169 del 14 de noviembre de 2022, vigente hasta el 19 de junio de 2023 y la Resolución 2577 del 8 de noviembre de 2022, vigente hasta el 16 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 1169 de 2022 Resolución 2577 de 2022
	Cloruro	
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Grasas y aceites	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Sulfatos	
	Temperatura	
LIMA S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Cadmio total	Resolución 0780 de 2022
	Cobalto total	
	Cobre total	
	Cromo total	
	Mercurio total	
	Plomo total	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, y CIS LAB., 2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		CLÍNICA PORTO AZUL, CLÍNICA REINA CATALINA Y CLÍNICA DE LA POLICÍA	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
178578	13330	02/11/2022	Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa)
178579		11/11/2022	Vertimiento Complejo Porto Azul
178580		01/12/2022	P1

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua residual no doméstica en un (1) punto ubicado en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA PORTO AZUL, un (1) punto ubicado en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA REINA CATALINA y un (1) punto en la salida del sistema de tratamiento de la organización CLÍNICA DE LA POLICÍA; localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental.

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).

Se realizó la toma de muestra los días 2 y 11 de noviembre y 1 de diciembre de 2022, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo "manual" y la toma de muestra se realizó de manera compuesta, para lo cual, se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se

adelantó la determinación de *caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	Balde	Volumétrico	NA	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua residual no doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

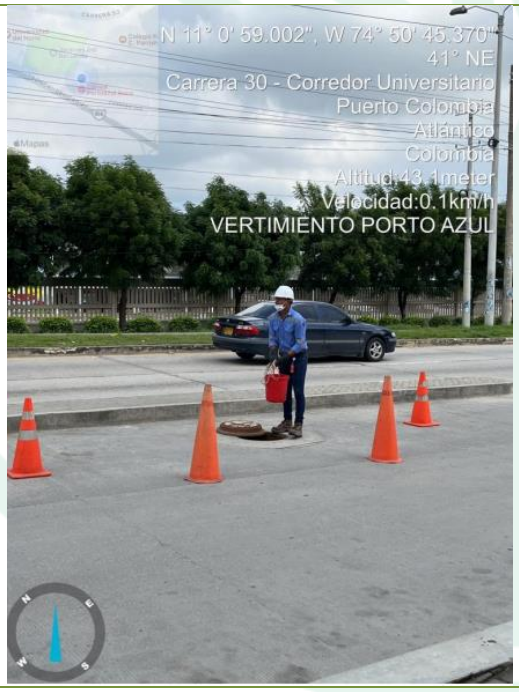
Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B - Edición 23, 2017	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	10	0,025
Metales totales			
Cadmio total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,071
Cobalto total		0,002	0,079
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,085
Mercurio total	SM 3112 B. 3120 B 2017	0,0005	0,196
Plomo total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,003	0,200
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	1,8	±0,18
Coliformes totales	SM 9221 B	1,8	±0,20

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S. y CIS LAB., 2022.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo compuesto –FO-PO-PSM-45-02, Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua residual no doméstica	
Descripción	
Los puntos se encuentran ubicados en la salida de los sistemas de tratamiento de las organizaciones CLÍNICA PORTO AZUL, CLÍNICA REINA CATALINA Y CLÍNICA DE LA POLICÍA, localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Los cuales se denominan: • **Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa):** El punto de monitoreo se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la organización, se perciben olores y materiales flotantes con gran intensidad, agua de apariencia clara. • **Vertimiento Complejo Porto Azul:** El punto de monitoreo se encuentra ubicado en la salida de descarga, en la tubería final que lleva hasta el canal de vertimiento, no se perciben olores en la muestra ni materiales flotantes, agua de apariencia clara. • **P1:** Agua de apariencia clara, vertida a la red de alcantarillado.	
	
Fotografía 1. Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa)	**Fotografía 2. Vertimiento Complejo Porto Azul**

Agua residual no doméstica
Fotografía 3. P1

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en las salidas de los sistemas de tratamiento de las organizaciones CLÍNICA PORTO AZUL, CLÍNICA REINA CATALINA Y CLÍNICA DE LA POLICÍA, localizadas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Baranoa tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 26,7°C. La precipitación es de 1655 mm aproximadamente. (www.es.climate-data.org/).

Puerto Colombia tiene un clima tropical. Los veranos tienen una gran cantidad de lluvia, mientras que los inviernos muy poca. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 26,8 °C. La precipitación aproximada es de 1251 mm. (www.es.climate-data.org/).

Soledad tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura aquí es en promedio 27,0 °C. La precipitación aproximada es de 1396 mm. (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa)	178578	12:30	131	10°48’26,50” N	2752907,718 N
				74°54’58,50” W	4790574,013 E
Vertimiento Complejo Porto Azul	178579	12:00	40	11°0’58,78” N	2775967,763 N
				74°50’45,45” W	4798399,667 E
P1	178580	12:15	33	10°55’42,60” N	2766217,278 N
				74°47’14,39” W	4804746,797 E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Figura 1. Localización geográfica – Clínica Reina Catalina
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica – Clínica Porto Azul
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica – Clínica de la Policía
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas, se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, el artículo 14: parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD de actividades de atención a la salud humana – atención medica con y sin internación; y el artículo 16: vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) al alcantarillado público.

4.1 Mediciones en campo

En la **Tabla 7**, **Tabla 8 y Tabla 9** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 10** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa)

Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa)	Hora	2/11/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	10:00	6,27	28,7	2,404	3,5	809
Alícuota 2	10:30	6,18	28,6	2,362	3,8	807
Alícuota 3	11:00	6,15	28,4	2,177	3,4	820
Alícuota 4	11:30	6,05	28,3	2,508	3,6	811
Alícuota 5	12:00	6,37	28,8	2,404	3,8	834
Mínimo		6,05	28,3	2,371*	3,4	807
Máximo		6,37	28,8		3,8	834

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – Vertimiento Complejo Porto Azul

Vertimiento Complejo Porto Azul	Hora	11/11/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	9:20	8,26	27,2	3,546	2,5	1382
Alícuota 2	9:50	7,93	28,7	3,769	3,6	1032
Alícuota 3	10:20	7,91	30,3	3,641	2,9	1059
Alícuota 4	10:50	7,92	28,7	3,968	5,3	681
Alícuota 5	11:20	7,87	28,4	2,929	5,4	667
Mínimo		7,87	27,2	3,571*	2,5	667
Máximo		8,26	30,3		5,4	1382

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Mediciones en campo – P1

P1	Hora	1/12/2022				
		Parámetros *In-Situ*				
Alícuota		pH (Unidades)	Temperatura °C	Caudal L/s	Oxígeno disuelto mg/L	Conductividad µS/cm
Alícuota 1	10:15	7,60	31,9	0,118	3,7	382
Alícuota 2	10:45	7,78	32,3	0,115	3,9	390
Alícuota 3	11:15	7,82	32,2	0,119	3,8	404
Alícuota 4	11:45	7,84	32,3	0,107	3,9	401
Alícuota 5	12:15	7,76	32,1	0,126	3,5	390
Mínimo		7,60	31,9	0,117*	3,5	382
Máximo		7,84	32,3		3,9	404

**: Promedio*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 10. Comparación con la norma – *In situ*

Parámetros	Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa)	Vertimiento Complejo Porto Azul	P1	Res 631 2015 Art 14 y Art 16	Cumplimiento
	ID 178578	ID 178579	ID 178580		
pH (unidades)	6,05 – 6,37	7,87 – 8,26	7,60 – 7,84	5,00 – 9,00	Cumplen
Temperatura (°C)	28,3 – 28,8	27,2 – 30,3	31,9 – 32,3	40,00**	Cumplen

***: Artículo 5*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 4** (Prichard, 2003).

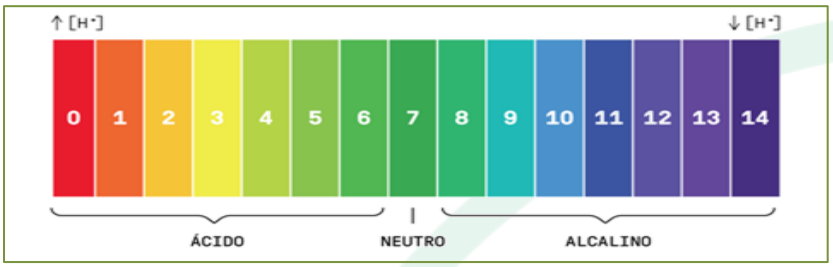
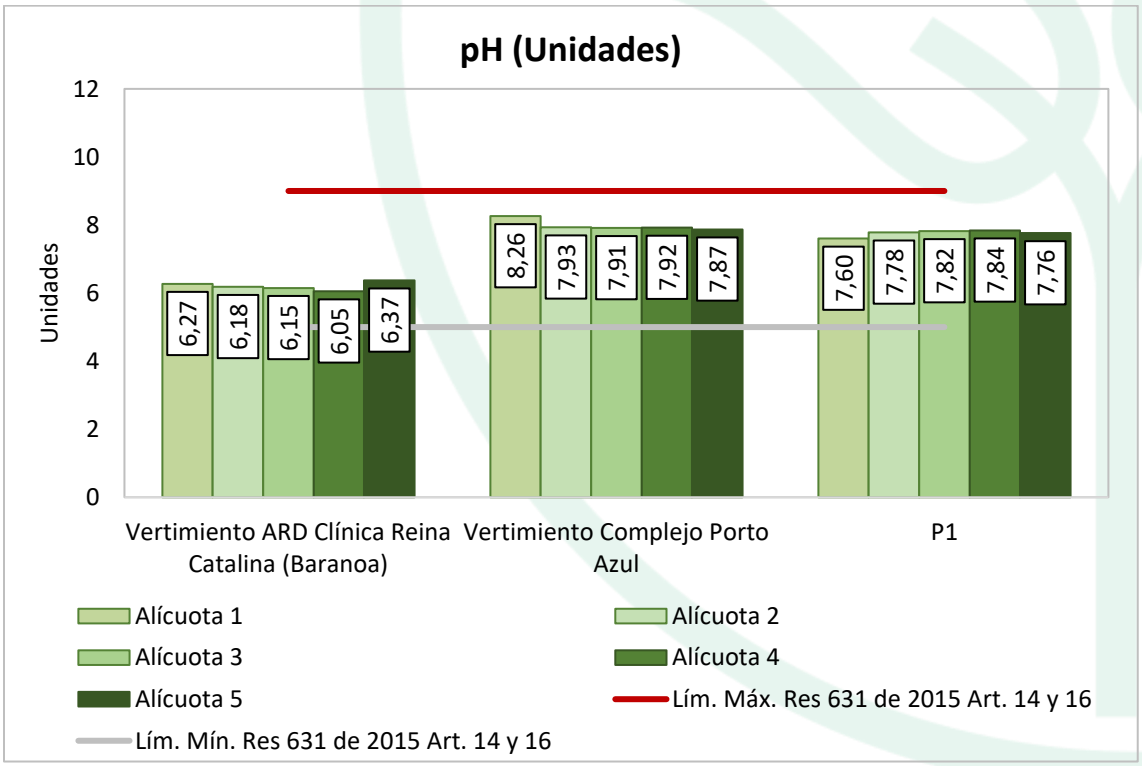


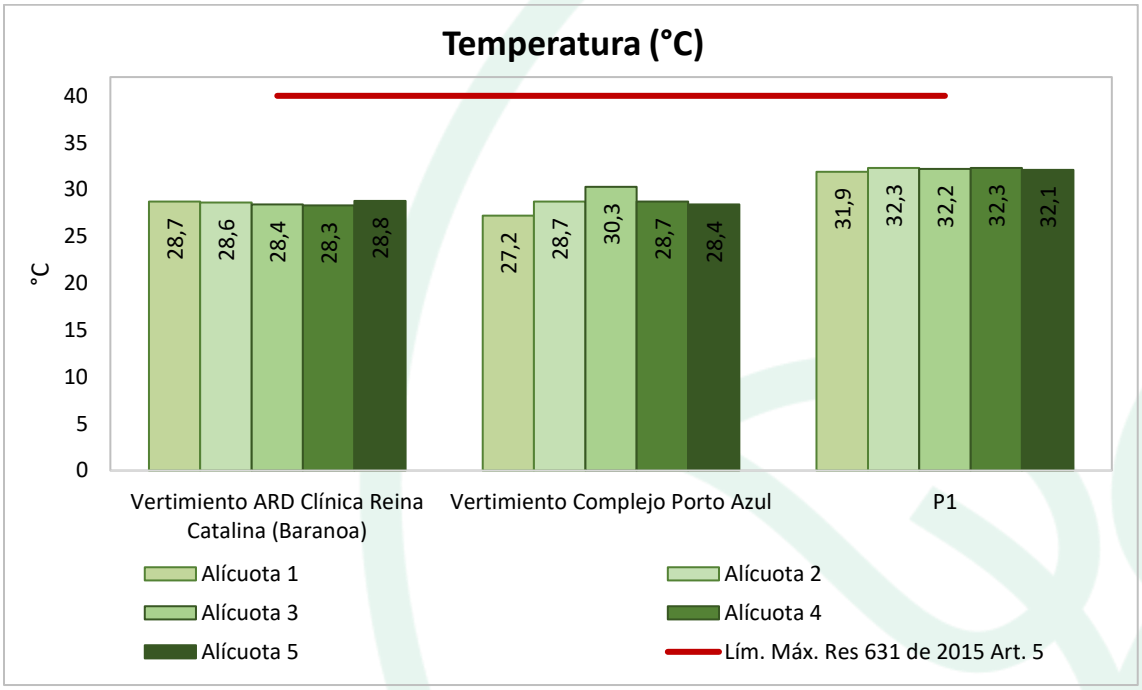
Figura 4. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento ácido en el punto Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa), para el punto Vertimiento complejo Porto Azul el comportamiento es neutro y alcalino; mientras que, para el punto P1 el comportamiento es neutro. Todos los puntos de monitoreo, presentaron cumplimiento del rango de 5,00 a 9,00 unidades, establecido en el artículo 14, de la Resolución 631 de 2015; teniendo en cuenta las consideraciones del Artículo 16 de la norma. Lo anterior se puede ver reflejado en la **Gráfica 1.**



Gráfica 1. Cumplimiento de pH – Art 14 y 16 de la Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 0631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, se presentó un promedio de 2,371 L/s para el punto Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa), de 3,571 L/s para el punto Vertimiento Complejo Porto Azul y de 0,117 L/s para el punto P1.

En relación con el oxígeno disuelto en agua, este arrojo valores comprendidos entre 3,4 y 3,8 mg/L en el punto Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa), entre 2,5 y 5,4 mg/L para el punto Vertimiento Complejo Porto Azul , y de 3,5 a 3,9 mg/L en el punto P1.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 11** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 11. Resultados de laboratorio.

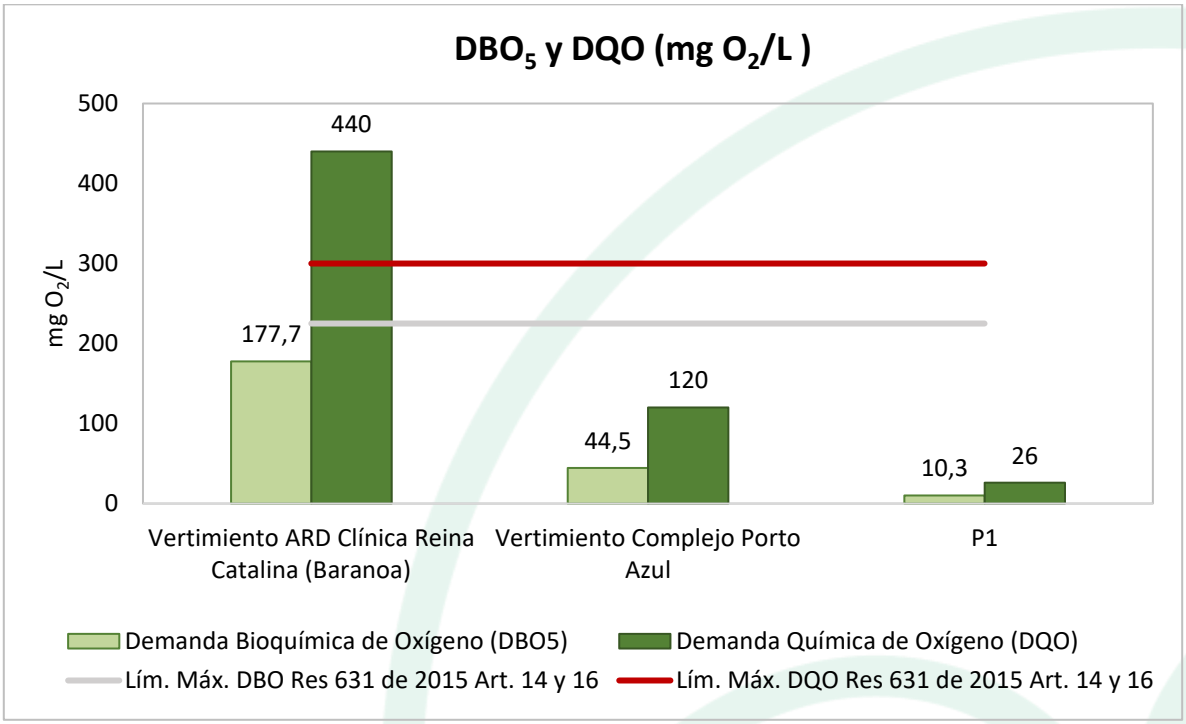
Parámetros	Unidades	I.C.F	Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa)	Vertimiento Complejo Porto Azul	P1	Res 631/2015 Art. 14 y 16	Cumplimiento
			ID 178578	ID 178579	ID 178580		
Cloruros	mg Cl^-/L	0,087	268	133	52	NE	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	177,7	44,5	10,3	225,00	Cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	440*	120	26	300,00	Cumplen/*No cumple
Fenoles	mg PhOH/L	0,0081	0,3*	0,1	0,1	0,20	Cumplen/*No cumple
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	12	<10	<10	15,00	Cumplen
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	19,0	12,1	<5,0	75,00	Cumplen
Sulfatos	mg SO_4^-/L	0,025	31	<10	21	NE	NA
	Metales totales						
Cadmio total	mg/L	0,071	<0,002	0,003	<0,002	0,05	Cumplen
Cobalto total	mg/L	0,079	<0,002	<0,002	<0,002	NE	NA
Cobre total	mg/L	0,073	0,018	0,072	<0,002	NE	NA
Cromo total	mg/L	0,085	<0,002	0,004	<0,002	0,50	Cumplen
Mercurio total	mg/L	0,196	<0,0005	<0,0005	< 0,0005	0,01	Cumplen
Plomo total	mg/L	0,200	0,014	0,012	<0,003	0,10	Cumplen
	Microbiológicos						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	±0,18	20000	11000	210	NE	NA
Coliformes Totales		±0,20	16000000	27000	16000	NE	NA

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S, Y CIS LAB, 2022.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

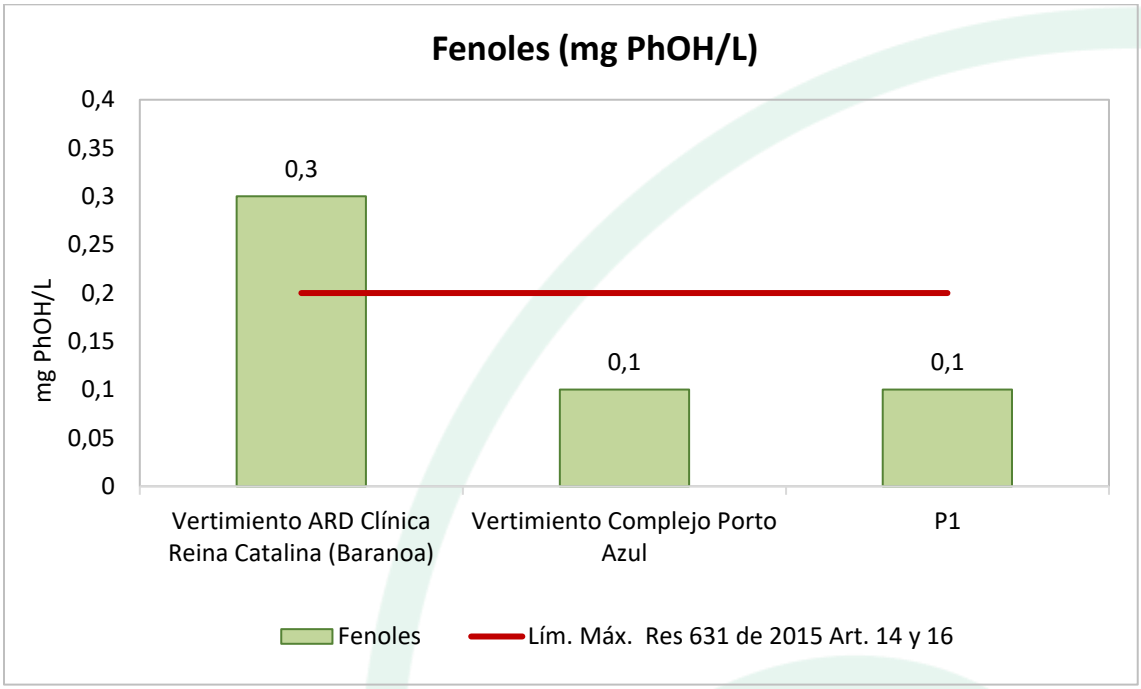
De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo de los máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 (artículo 14, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16), lo cual permite identificar que los puntos monitoreados presentan adecuadas condiciones de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere.

Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para los puntos de monitoreo a excepción del punto Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa) que presentó desviación con respecto al artículo 14, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16 de la Resolución 631 de 2015, lo cual se puede observar en la **Gráfica 3.**



Gráfica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – Art 14 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

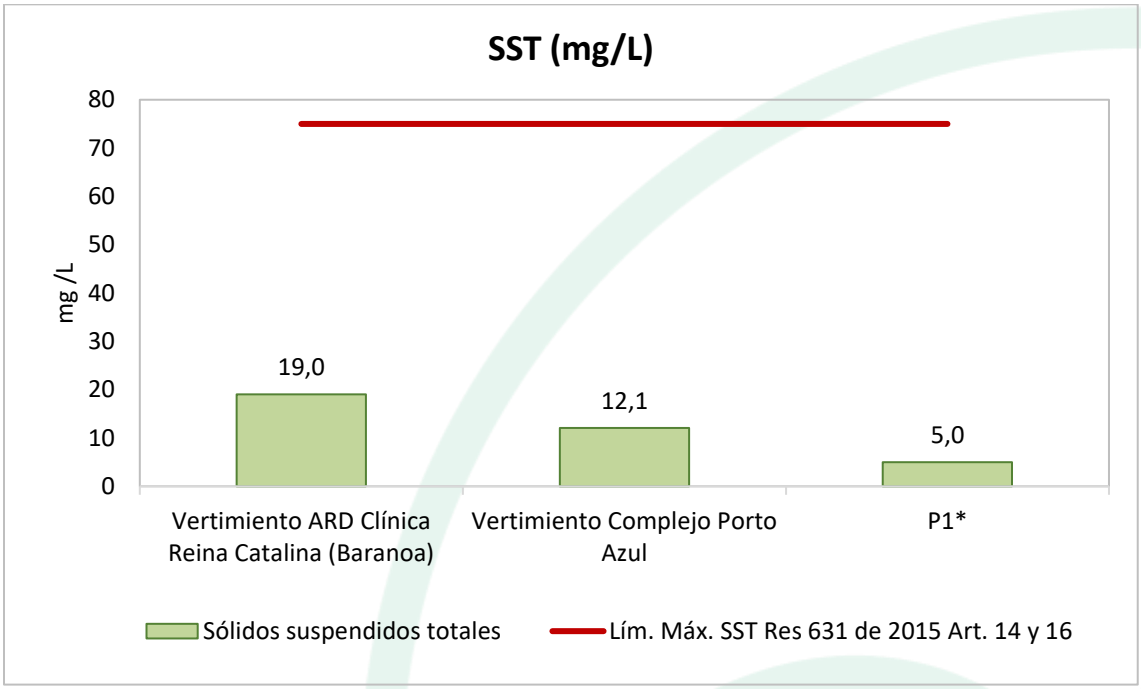
Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron cumplimiento con respecto al artículo 14, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16 de la norma a excepción del punto Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa), ver **Gráfica 4.**



Gráfica 4. Cumplimiento de Fenoles – Art 14 y 16 Res 631/2015
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en los puntos de monitoreo Vertimiento Complejo Porto Azul y P1 se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L, evidenciando el cumplimiento con respecto a la Resolución 0631 de 2015, articulo 14, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16, mientras que para el punto Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa) se presentó desviación con respecto al límite máximo establecido en la norma.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentaron cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 14, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16; lo que se puede observar en la **Gráfica 5.**



**: Valor por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

Gráfica 5. Cumplimiento de SST – Art 14 y 16 Res 631/2015

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

se analizaron parámetros como: cloruros y sulfatos; los cuales no presenta lineamiento establecido en la normativa aplicable.

Las concentraciones obtenidas de metales como el cadmio total, cobalto total, cobre total, cromo total, mercurio total, molibdeno total, y plomo total, presentan valores bajos o por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, evidenciando el cumplimiento con los límites establecidos en el artículo 14, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16 de la Resolución 631 de 2015 en los casos que apliquen.

Por último, para los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentan concentraciones características del tipo de muestra analizada. Cabe resaltar que este parámetro no presenta lineamiento establecido en la normativa aplicable.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH y temperatura, se evidenció un cumplimiento del 100% con respecto a los valores y rangos máximos establecidos en los artículos 5 para temperatura y artículo 14 para pH, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16 de la Resolución 631 de 2015 para los puntos de monitoreo.

El punto Vertimiento ARD Clínica Reina Catalina (Baranoa) presentó un cumplimiento del 66,67%, mientras que los punto Vertimiento Complejo Porto Azul y P1 presentaron un cumplimiento del 100% con respecto al artículo 14, teniendo en cuenta las consideraciones del artículo 16 de la Resolución 631 de 2015.

Para el caso de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentaron concentraciones características del tipo de agua analizada.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

14 de febrero 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/baranoa-50360/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/puerto-colombia-47118/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/soledad-53735/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 12** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 12. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	ReporteSERAMBIENTE	4
	LIMA S.A.S.	ReporteLIMA	3
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	ReporteCISLAB	3
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Cadenas de custodia	9
		Plan de monitoreo	6
		Planillas de campo	3
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1169 de 2022	9
		Resolución 2577 de 2022	30
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
Anexo 4. Certificados de calibración			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A.

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de Agua Residual Doméstica (ARD), ejecutada los días 13, 14, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28 y 31 de octubre, 1, 2, 4, 8 y 11 de noviembre y 2 de diciembre de 2022.

BARANOA, BARRANQUILLA, GALAPA, JUAN DE ACOSTA, LURUACO, MALAMBO, MANATÍ, PALMAR, POLONUEVO, PONEDERA, PUERTO COLOMBIA, REPELÓN, SABANAGRANDE, SABANALARGA, SANTO TOMAS, SOLEDAD, SUAN, TUBARÁ Y USIACURÍ; ATLÁNTICO
OCTUBRE – NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 16

1.1 OBJETIVO GENERAL 16

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16

2. CONDICIONES GENERALES 17

2.1 NORMATIVA APLICABLE 17

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 17

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 18

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 18

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 23

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 23

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 25

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 55

4. RESULTADOS 71

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 71

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 122

5. CONCLUSIONES 149

6. BIBLIOGRAFÍA 150

7. ANEXOS 152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Baranoa 60

Figura 2. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Barranquilla 60

Figura 3. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Campo de la cruz 61

Figura 4. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Candelaria 61

Figura 5. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Galapa 62

Figura 6. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Juan de Acosta 62

Figura 7. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Luruaco 63

Figura 8. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Malambo 63

Figura 9. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Manatí 64

Figura 10. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Palmar 64

Figura 11. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Polonuevo 65

Figura 12. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Ponedera 65

Figura 13. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Puerto Colombia 66

Figura 14. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Repelón 66

Figura 15. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Sabanagrande 67

Figura 16. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Sabanalarga 67

Figura 17. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Santo tomas 68

Figura 18. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Soledad 68

Figura 19. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Suan 69

Figura 20. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Tubará 69

Figura 21. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Usiacurí 70

Figura 22. Escala de pH. 103

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vertimiento AAA Calle 76 36
Fotografía 2. Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita 36
Fotografía 3. Vertimiento AAA Calle 79 37
Fotografía 4. Vertimiento AAA Calle 85 37
Fotografía 5. Vertimiento AAA Las Flores 37
Fotografía 6. Vertimiento AAA Felicidad 37
Fotografía 7. Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga 37
Fotografía 8. Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo 37
Fotografía 9. Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba 38
Fotografía 10. Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Abajo 38
Fotografía 11. Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Arriba 38
Fotografía 12. Zona Franca De Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto De Descarga 38
Fotografía 13. Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto De Descarga 38
Fotografía 14. Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. -Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo 38
Fotografía 15. Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja 39
Fotografía 16. Cuerpo Receptor AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja 39
Fotografía 17. Vertimiento Arroyo Juan De Acosta 39
Fotografía 18. Vertimiento AAA Tubará 39
Fotografía 19. Aguas Arriba AAA Tubará 39
Fotografía 20. Aguas Abajo AAA Tubará 39
Fotografía 21. Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30) 40
Fotografía 22. Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9a Cruz De Mayo) 40
Fotografía 23. Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer) 40
Fotografía 24. EDAR-Suan 40

Fotografía 25. Aguas Arriba- Suan 40

Fotografía 26. Aguas Abajo-Suan 40

Fotografía 27. Descarga -AAA Puerto Colombia 41

Fotografía 28. Aguas Abajo -AAA Puerto Colombia 41

Fotografía 29. Punto 2 Ponedera 41

Fotografía 30. Punto 2 A. Arriba Ponedera 41

Fotografía 31. Punto 2 A. Abajo Ponedera 41

Fotografía 32. Punto 3 Ponedera 41

Fotografía 33. Punto 3 A. Arriba Ponedera 42

Fotografía 34. Punto 3 A. Abajo Ponedera 42

Fotografía 35. Punto 1 A. Arriba Ponedera 42

Fotografía 36. Punto 1 A. Abajo Ponedera 42

Fotografía 37. Vertimiento Sabanagrande 42

Fotografía 38. Vertimiento Sabanagrande A. Arriba 42

Fotografía 39. Vertimiento Sabanagrande Abajo 43

Fotografía 40. EBAR El Porvenir 43

Fotografía 41. Vertimiento AAA Calle 73 43

Fotografía 42. Salida PTAR AAA Mallorquín 43

Fotografía 43. Vertimiento AQSUR Luruaco 43

Fotografía 44. Cuerpo Receptor Vertimiento AQSUR Luruaco 43

Fotografía 45. Calle 11 Carrera 16 44

Fotografía 46. Calle 22 Carrera 13 44

Fotografía 47. Carrera 14F Calle 53 44

Fotografía 48. Calle 58 Carrera 15D 44

Fotografía 49. Carrera 8A Murillo 44

Fotografía 50. Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D) 44

Fotografía 51. Aguas Arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi 45

Fotografía 52. Punto Descarga Santo Tomas 45

Fotografía 53. Aguas Arriba Santo Tomas 45

Fotografía 54. Aguas Abajo Santo Tomas 45

Fotografía 55. Punto De Descarga Baranoa 45

Fotografía 56. Aguas Arriba Baranoa 45

Fotografía 57. Aguas Abajo Baranoa 46

Fotografía 58. Punto Descarga Galapa 46

Fotografía 59. Aguas Arriba Galapa 46

Fotografía 60. Aguas Abajo Galapa 46

Fotografía 61. Punto Descarga Palmar 46

Fotografía 62. Aguas Arriba Palmar 46

Fotografía 63. Aguas Abajo Palmar 47

Fotografía 64. Punto De Descarga Sabanalarga Sur 47

Fotografía 65. Aguas Arriba Sabanalarga Sur 47

Fotografía 66. Aguas Abajo Sabanalarga Sur 47

Fotografía 67. Punto Descarga Sabanalarga Norte 47

Fotografía 68. Aguas Arriba Sabanalarga Norte 47

Fotografía 69. Aguas Abajo Sabanalarga Norte 48

Fotografía 70. Punto De Descarga Los Halcones 48

Fotografía 71. Aguas Arriba Los Halcones 48

Fotografía 72. Aguas Abajo Los Halcones 48

Fotografía 73. Punto De Descarga EBAR 48

Fotografía 74. Aguas Arriba EBAR 48

Fotografía 75. Aguas Abajo EBAR 49
Fotografía 76. Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa 49
Fotografía 77. Vertimiento Silicar 49
Fotografía 78. Salida Sistema De Tratamiento ARD Grupo Aeroportuario 49
Fotografía 79. Vertimiento AAA Polonuevo 49
Fotografía 80. Vertimiento AQSUR Repelón 49
Fotografía 81. Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga) 50
Fotografía 82. Punto De Descarga Dimar 50
Fotografía 83. Aguas Arriba Dimar 50
Fotografía 84. Aguas Abajo Dimar 50
Fotografía 85. Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral 50
Fotografía 86. Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral 50
Fotografía 87. Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral 51
Fotografía 88. Salida de PTAR Steel City 51
Fotografía 89. Planta de Galvess 51
Fotografía 90. P1 51
Fotografía 91. Aguas Arriba Planta de Galvess 51
Fotografía 92. Aguas Abajo Planta de Galvess 51
Fotografía 93. Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA 52
Fotografía 94. Aguas Arriba Descarga Caño Al Río - AAA 52
Fotografía 95. Salida PTAR-CACOM 52
Fotografía 96. Aguas Arriba-CACOM 52
Fotografía 97. Aguas Abajo-CACOM 52
Fotografía 98. Descarga- INDUCOL S.A. 52
Fotografía 99. Aguas Arriba - INDUCOL S.A. 53

Fotografía 100. Aguas Abajo- INDUCOL S.A. 53

Fotografía 101. Descarga- Celta 53

Fotografía 102. Descarga- Renoboy S.A. 53

Fotografía 103. Vertimiento Barranquillita 53

Fotografía 104. Aguas Abajo Colector Mallorquín 53

Fotografía 105. Descarga EDAR Campo De La Cruz 54

Fotografía 106. Aguas Arriba- Campo De La Cruz 54

Fotografía 107. Aguas Abajo Campo De La Cruz 54

Fotografía 108. Descarga-Aguas Del Sur - Manatí 54

Fotografía 109. Aguas Abajo-Aguas Del Sur - Manatí 54

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH-I. 103

Gráfica 2. Cumplimiento de pH-II. 104

Gráfica 3. Cumplimiento de pH-III 104

Gráfica 4. Cumplimiento de pH-IV 105

Gráfica 5. Cumplimiento de pH-V 105

Gráfica 6. Cumplimiento de pH-VI 106

Gráfica 7. Cumplimiento de pH-VII 106

Gráfica 8. Cumplimiento de pH-VIII 107

Gráfica 9. Cumplimiento de pH-VIII 107

Gráfica 10. Cumplimiento de temperatura-I. 108

Gráfica 11. Cumplimiento de temperatura-II. 109

Gráfica 12. Cumplimiento de temperatura - III 109

Gráfica 13. Cumplimiento de temperatura - IV 110

Gráfica 14. Cumplimiento de temperatura – V 110

Gráfica 15. Cumplimiento de temperatura - VI 111

Gráfica 16. Cumplimiento de temperatura - VII 111

Gráfica 17. Cumplimiento de temperatura – VII 112

Gráfica 18. Cumplimiento de temperatura – VIII 112

Gráfica 19. Comportamiento de caudal – parte I 114

Gráfica 20. Comportamiento de caudal – parte II 115

Gráfica 21. Comportamiento de Conductividad - parte I 117

Gráfica 22. Comportamiento de Conductividad - parte II 118

Gráfica 23. Comportamiento de Oxígeno disuelto – parte I 120

Gráfica 24. Comportamiento de Oxígeno disuelto – parte II 121

Gráfica 25. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – parte I..... 136

Gráfica 26. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – parte II..... 137

Gráfica 27. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – parte III..... 138

Gráfica 28. Cumplimiento de SST – parte I..... 140

Gráfica 29. Cumplimiento de SST – parte II..... 141

Gráfica 30. Cumplimiento de SST – parte III..... 142

Gráfica 31. Cumplimiento de Grasas y Aceites – parte I..... 144

Gráfica 32. Cumplimiento de Grasas y Aceites – parte II..... 145

Gráfica 33. Cumplimiento de Grasas y Aceites – parte III..... 146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 18

Tabla 2. Identificación de la muestra. 19

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 24

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 24

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 25

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 56

Tabla 7. Mediciones en campo – parte I 71

Tabla 8. Mediciones en campo – parte II 72

Tabla 9. Mediciones en campo – parte III 72

Tabla 10. Mediciones en campo – parte IV 73

Tabla 11. Mediciones en campo – parte V 73

Tabla 12. Mediciones en campo – parte VI 74

Tabla 13. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 76 75

Tabla 14. Mediciones en campo – Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita 75

Tabla 15. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 79 75

Tabla 16. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 85 76

Tabla 17. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Las Flores 76

Tabla 18. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Felicidad 76

Tabla 19. Mediciones en campo – Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga 77

Tabla 20. Mediciones en campo – Zona Franca de Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto De Descarga 77

Tabla 21. Mediciones en campo - Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto De Descarga 77

Tabla 22. Mediciones en campo – Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja 78

Tabla 23. Mediciones en campo – Vertimiento Arroyo Juan De Acosta 78

Tabla 24. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Tubará 78

Tabla 25. Mediciones en campo – Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30) 79

Tabla 26. Mediciones en campo – Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9A Cruz de Mayo) 79

Tabla 27. Mediciones en campo – Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer) 79

Tabla 28. Mediciones en campo EDAR - SUAN 80

Tabla 29. Mediciones en campo – Descarga -AAA Puerto Colombia 80

Tabla 30. Mediciones en campo – Aguas Abajo -AAA Puerto Colombia 80

Tabla 31. Mediciones en campo – Punto 2 Ponedera 81

Tabla 32. Mediciones en campo – Punto 2 A. Arriba Ponedera 81

Tabla 33. Mediciones en campo – Punto 2 A. Abajo Ponedera 81

Tabla 34. Mediciones en campo – Punto 3 Ponedera 82

Tabla 35. Mediciones en campo – Punto 3 A. Arriba Ponedera 82

Tabla 36. Mediciones en campo – Punto 3 A. Abajo Ponedera 82

Tabla 37. Mediciones en campo – Punto 1 A. Arriba Ponedera 83

Tabla 38. Mediciones en campo – Punto 1 A. Abajo Ponedera 83

Tabla 39. Mediciones en campo – Vertimiento Sabanagrande 83

Tabla 40. Mediciones en campo – Vertimiento Sabanagrande A. Arriba 84

Tabla 41. Mediciones en campo – Vertimiento Sabanagrande A Abajo 84

Tabla 42. Mediciones en campo – EBAR El Porvenir 84

Tabla 43. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 73 85

Tabla 44. Mediciones en campo – Salida PTAR AAA Mallorquín 85

Tabla 45. Mediciones en campo – Vertimiento AQSUR Luruaco 85

Tabla 46. Mediciones en campo – Calle 11 Carrera 16 86

Tabla 47. Mediciones en campo – Calle 22 Carrera 13 86

Tabla 48. Mediciones en campo – Carrera 14F Calle 53 86

Tabla 49. Mediciones en campo – Calle 58 Carrera 15D 87

Tabla 50. Mediciones en campo – Carrera 8A Murillo 87

Tabla 51. Mediciones en campo – Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D) 87

Tabla 52. Mediciones en campo – Aguas arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi 88

Tabla 53. Mediciones en campo – Punto Descarga Santo Tomas 88

Tabla 54. Mediciones en campo – Punto De Descarga Baranoa 88

Tabla 55. Mediciones en campo – Punto Descarga Galapa 89

Tabla 56. Mediciones en campo – Punto Descarga Palmar 89

Tabla 57. Mediciones en campo – Punto De Descarga Sabanalarga Sur 89

Tabla 58. Mediciones en campo - Punto Descarga Sabanalarga Norte 90

Tabla 59. Mediciones en campo - Punto De Descarga Los Halcones 90

Tabla 60. Mediciones en campo - Punto De Descarga EBAR 90

Tabla 61. Mediciones en campo - Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa 91

Tabla 62. Mediciones en campo - Vertimiento Silicar 91

Tabla 63. Mediciones en campo - Salida sistema de tratamiento ARD Grupo Aeroportuario 91

Tabla 64. Mediciones en campo - Vertimiento AAA Polonuevo 92

Tabla 65. Mediciones en campo - Vertimiento AQSUR Repelón 92

Tabla 66. Mediciones en campo - Punto De Descarga DIMAR 92

Tabla 67. Mediciones en campo - Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral 93

Tabla 68. Salida de PTAR Steel City 93

Tabla 69. Mediciones en campo - Planta de Galvess 93

Tabla 70. Mediciones en campo - P1 94

Tabla 71. Mediciones en campo - Aguas Arriba Planta de Galvess 94

Tabla 72. Mediciones en campo - Aguas Abajo Planta de Galvess 94

Tabla 73. Mediciones en campo - Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA 95

Tabla 74. Mediciones en campo - Aguas Arriba Descarga Caño Al Río - AAA 95

Tabla 75. Mediciones en campo - Salida PTAR-CACOM 95

Tabla 76. Mediciones en campo - Aguas Arriba-CACOM 96

Tabla 77. Mediciones en campo - Aguas Abajo-CACOM 96

Tabla 78. Mediciones en campo - Descarga - INDUCOL S.A. 96

Tabla 79. Mediciones en campo - Descarga - CELTA 97

Tabla 80. Mediciones en campo - Vertimiento Barranquillita 97

Tabla 81. Mediciones en campo - Aguas Abajo Colector Mallorquín 97

Tabla 82. Mediciones en campo - Descarga EDAR Campo de la Cruz 98

Tabla 83. Mediciones en campo - Descarga - Aguas Del Sur - Manatí 98

Tabla 84. Mediciones en campo - Aguas Abajo - Aguas Del Sur - Manatí 98

Tabla 85. Comparación con la norma – *In situ* 99

Tabla 86. Mineralización del agua a partir de la conductividad 116

Tabla 87. Resultados de laboratorio – parte I 122

Tabla 88. Resultados de laboratorio – parte II 124

Tabla 89. Resultados de laboratorio – parte III 125

Tabla 90. Resultados de laboratorio – parte IV 126

Tabla 91. Resultados de laboratorio – parte V 127

Tabla 92. Resultados de laboratorio – parte VI 128

Tabla 93. Resultados de laboratorio – parte VII 129

Tabla 94. Resultados de laboratorio – parte VIII 130

Tabla 95. Resultados de laboratorio – parte IX 131

Tabla 96. Resultados de laboratorio – parte X 132

Tabla 97. Resultados de laboratorio – parte XI 133

Tabla 98. Resultados de laboratorio – parte XII 134

Tabla 99. Anexos del informe técnico 152

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiologías del Agua Residual Doméstica en ciento treinta y cuatro (134) vertimientos ubicados en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de la autoridad ambiental. Cabe resaltar que solo fue posible la toma de muestras en ciento cinco (105) de los vertimientos debido a condiciones del terreno e inaccesibilidad a las zonas de muestreo.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos para el Agua Residual Doméstica (ARD) por medio de mediciones *In situ* y toma de muestras para analizar en laboratorio.

- Preparar un informe técnico, en el que se presentan los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada durante el periodo de monitoreo.

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente regulados en la Resolución 0631 de 2015.

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5.** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica. Para todas las actividades industriales, comerciales o de servicios que realicen vertimientos puntuales de aguas residuales a un cuerpo de agua superficial o a los sistemas de alcantarillado público.

- **Artículo 8**. Los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas - ARD y de las aguas residuales no domésticas - ARnD de los prestadores del servicio público de alcantarillado.

2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A.**
Departamento:	Atlántico
Municipios:	Baranoa, Barranquilla, Galapa, Juan De Acosta, Luruaco, Malambo, Manatí, Palmar, Polonuevo, Ponedera, Puerto Colombia, Repelón, Sabanagrande, Sabanalarga, Santo Tomas, Soledad, Suan, Tubará y Usiacurí
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.

2.3 Responsables del informe

Elaboró: Alexa Martes T.

Alexa Viviana Martes Trujillo

Revisó:

Xiomara Quintero Gámez

Aprobó:

Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A., contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S.,** para desarrollar el ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA., en los vertimientos ubicados en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM, a través de la Resolución 1169 de 2022 con vigencia hasta el 19 de junio de 2023 y la Resolución 2577 del 8 de noviembre de 2022 vigente hasta el 16 de junio 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Caudal	Resolución 1169 de 2022 Resolución 2577 de 2022
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fósforo total	
	Grasas y aceites	
	Nitratos- Cl	
	Oxígeno disuelto en agua	

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
	pH	
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	
	Temperatura	
DAPHNIA LTDA	Nitrógeno total	Resolución 0533 de 2021
LIMA S.A.S.	Coliformes totales	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes termotolerantes	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA	
Tipo de estudio		Agua Residual Doméstica (ARD)	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
179788	13558	24/10/2022	Vertimiento AAA Calle 76
179789		24/10/2022	Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita
179790		25/10/2022	Vertimiento AAA Calle 79
179791		26/10/2022	Vertimiento AAA Calle 85
179792		26/10/2022	Vertimiento AAA Las Flores
179793		26/10/2022	Vertimiento AAA Felicidad
179794		13/10/2022	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga
179795		13/10/2022	Triple A Usiacurí – Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo
179796		13/10/2022	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba
179797		14/10/2022	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Abajo
179798		14/10/2022	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Arriba
179799		14/10/2022	Zona Franca De Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto de descarga
179800		14/10/2022	Aguas del Atlántico S.A E.S.P.- Arroyo Sierra Palma Punto de descarga
179801		14/10/2022	Aguas Del Atlántico S.A E.S.P.-Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo
179802	NA	NA	Aguas del Atlántico S.A E.S.P.- Arroyo Sierra Palma Aguas Arriba
179803	13558	20/10/2022	Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja
179804		20/10/2022	Cuerpo Receptor AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja
179805	NA	NA	-
179806	NA	NA	-
179807	NA	NA	-
179808	NA	NA	-
179809	13558	21/10/2022	Vertimiento Arroyo Juan De Acosta

Sitio de muestreo		Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA	
Tipo de estudio		Agua Residual Doméstica (ARD)	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
179810	NA	NA	Aguas Arriba Vertimiento Juan De Acosta
179811	NA	NA	Aguas Abajo Vertimiento Juan De Acosta
179812	13558	21/10/2022	Vertimiento AAA Tubará
179813	13558	21/10/2022	Aguas Arriba AAA Tubará
179814	13558	21/10/2022	Aguas Abajo AAA Tubará
179815	13558	19/10/2022	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30)
179816	NA	NA	Vertimiento (TRIPLE A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 27)
179817	13558	20/10/2022	Vertimiento (TRIPLE A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9A Cruz De Mayo)
179818	NA	NA	Vertimiento (TRIPLE A S.A E.S.P. Soledad - Calle 15 Carrera 32 a 35 Colector Ferias)
179819	13558	21/10/2022	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer)
179820	NA	NA	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Calle 13 Arroyo Don Juan)
179821	13558	19/10/2022	EDAR-Suan
179822	13558	19/10/2022	Aguas Arriba- Suan
179823	13558	19/10/2022	Aguas Abajo-Suan
179824	13558	20/10/2022	DESCARGA -AAA Puerto Colombia
179825	13558	20/10/2022	AGUAS ABAJO -AAA Puerto Colombia
179826	NA	NA	Aguas Arriba -AAA Puerto Colombia
179827	NA	NA	Calle 26 Carrera 24
179828	13558	19/10/2022	Punto 2 Ponedera
179829	13558	19/10/2022	Punto 2 A. Arriba Ponedera
179830	13558	19/10/2022	Punto 2 A. Abajo Ponedera
179831	13558	19/10/2022	Punto 3 Ponedera
179832	13558	19/10/2022	Punto 3 A. Arriba Ponedera
179833	13558	19/10/2022	Punto 3 A. Abajo Ponedera
179834	13558	20/10/2022	Punto 1 A. Arriba Ponedera
179835	13558	20/10/2022	Punto 1 A. Abajo Ponedera
179836	13558	20/10/2022	Vertimiento Sabanagrande
179837	13558	20/10/2022	Vertimiento Sabanagrande A. Arriba
179838	13558	20/10/2022	Vertimiento Sabanagrande Abajo
179839	13558	21/10/2022	EBAR El Porvenir
179840	13558	27/10/2022	Vertimiento AAA Calle 73
179841	13558	27/10/2022	Salida PTAR AAA Mallorquín
179842	13558	28/10/2022	Vertimiento AQSUR Luruaco
179843	13558	28/10/2022	Cuerpo Receptor Vertimiento AQSUR Luruaco
179844	13558	25/10/2022	Calle 11 Carrera 16
179845	13558	25/10/2022	Calle 22 Carrera 13
179846	13558	26/10/2022	Carrera 14F Calle 53
179847	13558	26/10/2022	Calle 58 Carrera 15D
179848	13558	27/10/2022	Carrera 8A Murillo
179849	13558	27/10/2022	Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D)

Sitio de muestreo		Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA	
Tipo de estudio		Agua Residual Doméstica (ARD)	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
179850	13558	28/10/2022	Aguas Arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi
179851	13558	26/10/2022	Punto Descarga Santo Tomas
179852	13558	26/10/2022	Aguas Arriba Santo Tomas
179853	13558	26/10/2022	Aguas Abajo Santo Tomas
179854	13558	27/10/2022	Punto De Descarga Baranoa
179855	13558	27/10/2022	Aguas Arriba Baranoa
179856	13558	27/10/2022	Aguas Abajo Baranoa
179857	13558	27/10/2022	Punto Descarga Galapa
179858	13558	27/10/2022	Aguas Arriba Galapa
179859	13558	27/10/2022	Aguas Abajo Galapa
179860	13558	27/10/2022	Punto Descarga Palmar
179861	13558	27/10/2022	Aguas Arriba Palmar
179862	13558	27/10/2022	Aguas Abajo Palmar
179863	13558	28/10/2022	Punto De Descarga Sabanalarga Sur
179864	13558	28/10/2022	Aguas Arriba Sabanalarga Sur
179865	13558	28/10/2022	Aguas Abajo Sabanalarga Sur
179866	13558	28/10/2022	Punto Descarga Sabanalarga Norte
179867	13558	28/10/2022	Aguas Arriba Sabanalarga Norte
179868	13558	28/10/2022	Aguas Abajo Sabanalarga Norte
179869	13558	31/10/2022	Punto De Descarga Los Halcones
179870	13558	31/10/2022	Aguas Arriba Los Halcones
179871	13558	31/10/2022	Aguas Abajo Los Halcones
179872	13558	31/10/2022	Punto De Descarga EBAR
179873	13558	31/10/2022	Aguas Arriba EBAR
179874	13558	31/10/2022	Aguas Abajo EBAR
179875	13558	1/11/2022	Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa
179876	13558	1/11/2022	Vertimiento Silicar
179877	NA	NA	Vertimiento Sylicar Aguas Arribas
179878	NA	NA	Vertimiento Sylicar Aguas Abajo
179879	13558	4/11/2022	Salida Sistema De Tratamiento ARD Grupo Aeroportuario
179880	13558	8/11/2022	Vertimiento AAA Polonuevo
179881	13558	11/11/2022	Vertimiento AQSUR Repelón
179882	13558	11/11/2022	Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga)
179883	NA	NA	Aguas Arriba De Steel City
179884	NA	NA	Aguas Abajo De Steel City
179885	13558	1/11/2022	Punto De Descarga Dimar
179886	13558	1/11/2022	Aguas Arriba Dimar
179887	13558	1/11/2022	Aguas Abajo Dimar
179888	13558	2/11/2022	Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral
179889	13558	2/11/2022	Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral
179890	13558	2/11/2022	Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral
179891	13558	7/03/2023	Salida De PTAR Steel City
179892	13558	14/03/2023	Plante De Galvess
179893	13558	2/11/2022	P1

Sitio de muestreo		Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA	
Tipo de estudio		Agua Residual Doméstica (ARD)	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
179894	13558	14/03/2023	Aguas Arriba Planta de Galvess
179895	13558	14/03/2023	Aguas Abajo Planta de Galvess
179904	13558	8/11/2022	Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA
179905	13558	8/11/2022	Aguas Arriba Descarga Caño Al Rio - AAA
179906	13558	31/10/2022	Salida PTAR-CACOM
179907	13558	31/10/2022	Aguas Arriba-CACOM
179908	13558	31/10/2022	Aguas Abajo-CACOM
179909	13558	1/11/2022	Descarga- INDUCOL S.A.
179910	13558	1/11/2022	Aguas Arriba - INDUCOL S.A.
179911	13558	1/11/2022	Aguas Abajo- INDUCOL S.A.
179912	13558	1/11/2022	Descarga- Celta
179913	NA	NA	Aguas Abajo Colector Calle 10 Cra 12 - AAA
179914	13558	4/11/2022	Descarga- Renoboy S.A
179915	13558	24/10/2022	Vertimiento Barranquillita
179916	13558	24/10/2022	Aguas Abajo Colector Mallorquín
179917	13558	27/10/2022	Descarga EDAR Campo De La Cruz
179918	13558	27/10/2022	Aguas Arriba - Campo De La Cruz
179919	13558	27/10/2022	Aguas Abajo - Campo De La Cruz
179920	13558	28/10/2022	Descarga-Aguas Del Sur - Manatí
179921	13558	28/10/2022	Aguas Abajo-Aguas Del Sur - Manatí

**: Muestra no tomada; NA: No aplica*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de Agua Residual Doméstica (ARD) en los vertimientos ubicados en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental.

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).

Se realizó la toma de muestra los días 13, 14, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28 y 31 de octubre; 1, 2, 4, 8 y 11 de noviembre, y 2 de diciembre de 2022, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestra se realizó de manera compuesta para lo cual, se tomó una (1) alícuota cada media hora, durante un periodo de dos (2) horas, para un total de cinco (5) alícuotas, por un periodo de un (1) día; y de manera simple- Para tal fin, se utilizó un balde con el cual, se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales, fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *Caudal, Conductividad eléctrica, pH, Oxígeno disuelto en agua, y Temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la

oxigenación natural de las muestras. Cabe mencionar que en algunos puntos no fue posible la medición de caudal por condiciones en el área de monitoreo.

En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012
Caudal	Balde	Volumétrico - Área/velocidad	NA	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de Agua Residual Doméstica, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fósforo total	SM 4500 P B E - EDICIÓN 23, 2017	0,05	0,0329
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Nitratos-Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. Agosto 1993.	0,3	0,0079
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Nitrógeno total	EN 12260, 2003	0,50	2,4%
Microbiológicos			
Coliformes totales	SM Incubación Tubos Múltiples 9221B	1,8	±0,20
Coliformes termotolerantes	SM Incubación Tubos Múltiples 9221E	1,8	±0,18

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas–FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo simple –FO-PO-PSM-45-01, Planilla de campo muestreo compuesto- FO-PO-PSM-45-02, Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

Agua Residual Doméstica (ARD)
Descripción
Los puntos se encuentran en los vertimientos ubicados en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental: • **Vertimiento AAA Calle 76**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un manhole, en la calle 76, en la ciudad de Barranquilla. Se evidenció presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó por poca profundidad en el lugar de monitoreo. • **Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aproximadamente a 2 km arriba del vertimiento en el Río Magdalena. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó por petición del cliente. • **Vertimiento AAA Calle 79:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un manhole, en la calle 79, en la ciudad de Barranquilla. Se evidenció presencia de material flotante, olores fuertes y la muestra de agua posee apariencia turbia. • **Vertimiento AAA Calle 85:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un manhole, en la calle 85, en la ciudad de Barranquilla. Se evidenció el manhole rebosado con presencia de material flotante, malos olores y la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque el manhole se encuentra por debajo de la capa de agua. • **Vertimiento AAA Las Flores:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un manhole, en el barrio Las Flores, en la ciudad de Barranquilla. Se evidenció presencia de material flotante, malos olores y la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del manhole se encuentra por debajo de la capa de agua. • **Vertimiento AAA Felicidad:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la salida del tanque de almacenamiento de la planta de la Triple A, localizada en el barrio La felicidad, en la ciudad de Barranquilla. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó por la condición del punto.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la planta de la Triple A, en Usiacurí. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Triple A Usiacurí – Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado 100 metros aguas abajo del punto de descarga de la planta de la Triple A, en Usiacurí. Se evidenció presencia de abundante vegetación montañosa. La muestra de agua presenta apariencia turbia sin olores fuertes.

- **Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado 100 metros aguas arriba del punto de descarga de la planta de la Triple A, en Usiacurí. Se evidenció presencia de abundante vegetación montañosa. La muestra de agua presenta apariencia turbia sin olores fuertes.

- **Zona Franca De Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Abajo**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un canal abierto, aproximadamente a 100 metros aguas abajo del arroyo Cañas, en la Zona franca de Barranquilla. La muestra de agua presenta apariencia turbia sin olores fuertes.

- **Zona Franca de Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Arriba:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un canal abierto, aproximadamente a 100 metros aguas arriba del arroyo Cañas, en la Zona franca de Barranquilla. La muestra de agua presenta apariencia turbia sin olores fuertes.

- **Zona Franca de Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto De Descarga:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga en el arroyo Cañas, en la Zona franca de Barranquilla. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto De Descarga:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga en Aguas del Atlántico en Galapa. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas del Atlántico S.A E.S.P. Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aproximadamente a 100 metros aguas abajo del punto de descarga en Aguas del Atlántico en Galapa. La muestra de agua presenta apariencia turbia sin malos olores.

- **Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado por debajo del cuerpo receptor, donde se evidenció rebose por daño en la bomba de rebombeo. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó por la condición del punto.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Aguas Arriba AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado por debajo del cuerpo receptor. La muestra de agua presenta apariencia clara. La medición de caudal no se realizó por la condición del punto debido a que es un cuerpo lotico.

- **Vertimiento Arroyo Juan De Acosta:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el arroyo Juan de Acosta. La muestra de agua presenta apariencia turbia sin malos olores y sin material flotante.

- **Vertimiento AAA Tubará:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el exterior de la PTAR Triple A, en Tubará, donde el cuerpo receptor es un arroyo con gran caudal. La muestra de agua presenta apariencia turbia sin olores fuertes y sin material flotante.

- **Aguas Arriba AAA Tubará:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto vertimiento AAA Tubará, donde presenta un arroyo con bajo caudal. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas Abajo AAA Tubará:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto vertimiento AAA Tubará, donde presenta un arroyo con bajo caudal. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30):** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Carrera 24 Calle 30, en el barrio Ferrocarril en Soledad. Se evidenció presencia de vegetación, residuos alrededor, con poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9a Cruz De Mayo):** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Carrera 26 Calle 9A., en el barrio Cruz de Mayo en Soledad. Se evidenció presencia de vegetación, residuos alrededor, con poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición del caudal es suministrada por la empresa Triple A, el cual es tomado de los datos históricos del consumo promedio de la zona en donde se ubica el punto de descarga.

- **Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer):** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Carrera 47 Calle 18, en el barrio Costa Hermosa en Soledad. Se evidenció presencia de vegetación, residuos alrededor, con poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición del caudal es suministrada por la empresa Triple A, el cual es tomado de los datos históricos del consumo promedio de la zona en donde se ubica el punto de descarga.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **EDAR-Suan:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en Suan, donde se evidencia vegetación alrededor del punto. La muestra de agua presenta apariencia turbia, sin olores. La medición de caudal no se realizó porque el punto se encuentra por debajo de la capa de agua.

- **Aguas Arriba - Suan:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Edgar Suan, donde se evidencia vegetación alrededor del punto. La muestra de agua presenta apariencia turbia, sin olores. La medición de caudal no se realizó porque el punto se encuentra por debajo de la capa de agua.

- **Aguas Abajo - Suan:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Edgar Suan, donde se evidencia vegetación alrededor del punto. La muestra de agua presenta apariencia turbia, sin olores. La medición de caudal no se realizó porque el punto se encuentra por debajo de la capa de agua.

- **Descarga -AAA Puerto Colombia:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga en Puerto Colombia. La muestra de agua presenta apariencia turbia, sin olores. La medición de caudal no se realizó porque el punto se encuentra por debajo de la capa de agua.

  Aguas Abajo - AAA Puerto Colombia: el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Descarga - AAA Puerto Colombia, donde se evidencia vegetación alrededor del punto. La muestra de agua presenta apariencia turbia, sin olores.

- **Punto 2 Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga en Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque el punto se encuentra sumergido.

- **Punto 2 A. Arriba Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Punto 2 Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Punto 2 A. Abajo Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del Punto 2 Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante y olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Punto 3 Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga en Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante y olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque el punto se encuentra sumergido.

- **Punto 3 A. Arriba Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Punto 3 Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante y olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Punto 3 A. Abajo Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del Punto 3 Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante y olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Punto 1 A. Arriba Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Punto 1 Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante y olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Punto 1 A. Abajo Ponedera:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del Punto 1 Ponedera, donde se evidenció la presencia de material flotante y olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Vertimiento Sabanagrande:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga en Sabanagrande, donde se evidenció la presencia de material flotante. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del vertimiento está cubierta por fango.

- **Vertimiento Sabanagrande A. Arriba:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Vertimiento Sabanagrande A. Arriba, donde se evidencia material flotante. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del vertimiento está cubierta por fango.

- **Vertimiento Sabanagrande Abajo:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Vertimiento Sabanagrande A. Arriba, donde se evidencia material flotante. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del vertimiento está cubierta por fango.

- **EBAR El Porvenir:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el barrio El Porvenir en Soledad. Se evidenció presencia de material flotante y olores, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición del caudal es suministrada por el cliente.

- **Vertimiento AAA Calle 73:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un manhole, en la Calle 73 Vía 40, en Barranquilla. Se evidenció el manhole rebosado con presencia de material flotante, fuertes olores y la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque el manhole se encuentra por debajo de la capa de agua.

- **Salida PTAR AAA Mallorquín:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la PTAR Triple A, en Mallorquín, donde se evidencio la presencia de material flotante. La muestra de agua presenta apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque el punto es una salida que se encuentra por debajo de la capa de agua.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Vertimiento AQSUR Luruaco:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la salida de la laguna, a las afueras de Luruaco, en Mallorquín, donde no se evidencio la presencia de material flotante ni malos olores. La muestra de agua presenta apariencia verdosa.

- **Cuerpo Receptor Vertimiento AQSUR Luruaco:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la salida de la laguna, a las afueras de Luruaco, en Mallorquín, donde no se evidencio la presencia de material flotante ni malos olores. La muestra de agua presenta apariencia verdosa.

- **Calle 11 Carrera 16:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Calle 11 Carrera 16, en Soledad. Se evidenció presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del vertimiento está cubierta por lodo, la muestra de agua es tomada del agua que sale por filtración.

- **Calle 22 Carrera 13**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Calle 22 Carrera 13, en Soledad. Se evidenció presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Carrera 14F Calle 53:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Carrera 14f Calle 53, en Soledad. Se evidenció presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del vertimiento esta al mismo nivel de la superficie.

- **Calle 58 Carrera 15D:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Calle 58 Carrera 15d, en Soledad. Se evidenció presencia de material flotante destacándose la presencia de residuos, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Carrera 8A Murillo:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Carrera 8A Murillo, en Soledad. Se evidenció presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del vertimiento esta al mismo nivel de la superficie.

- **Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D):** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la Calle 31a Carrera 15d, en Soledad. Se evidenció presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia. La medición de caudal no se realizó porque la salida del vertimiento esta al mismo nivel de la superficie, la muestra de agua es tomada del agua que sale por filtración.

- **Aguas Arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi. Se evidenció presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Punto Descarga Santo Tomas:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la Triple A, en Santo tomas. Se evidenció vegetación, olores casi imperceptibles, poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Arriba Santo Tomas:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto de descarga de la Triple A, en Santo tomas. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Santo Tomas:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto de descarga de la Triple A, en Santo tomas. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Punto De Descarga Baranoa:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la Triple A, en Baranoa. Se evidenció vegetación, olores casi imperceptibles, poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Arriba Baranoa:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto de descarga de la Triple A, en Baranoa. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Baranoa:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto de descarga de la Triple A, en Baranoa. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Punto Descarga Galapa:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la Triple A, en Galapa. Se evidenció vegetación, olores casi imperceptibles, poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Arriba Galapa:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto de descarga de la Triple A, en Galapa. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Galapa:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto de descarga de la Triple A, en Galapa. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Punto Descarga Palmar**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la Triple A, en Palmar. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Aguas Arriba Palmar:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto de descarga de la Triple A, en Palmar. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Palmar:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto de descarga de la Triple A, en Palmar. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Punto De Descarga Sabanalarga Sur:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga en el sur de Sabanalarga. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia sin olores.

- **Aguas Arriba Sabanalarga Sur:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Descarga Sabanalarga Sur. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Sabanalarga Sur:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Descarga Sabanalarga Sur. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Punto Descarga Sabanalarga Norte:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga en el norte de Sabanalarga. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia sin olores.

- **Aguas Arriba Sabanalarga Norte:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Descarga Sabanalarga Norte. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Sabanalarga Norte:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Descarga Sabanalarga Norte. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Punto De Descarga Los Halcones:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de Aguas de Malambo S.A.S E.S.P. Se evidenció presencia de vegetación, poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia, sin olores.

- **Aguas Arriba Los Halcones:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Punto De Descarga Los Halcones. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia, sin olores perceptibles.

- **Aguas Abajo Los Halcones:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del Punto De Descarga Los Halcones. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia, sin olores perceptibles.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Punto De Descarga EBAR:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la EBAR de la empresa Aguas de Malambo S.A.S E.S.P. Se evidenció presencia de vegetación, poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia, sin olores.

- **Aguas Arriba EBAR:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba en el punto de descarga de la EBAR de la empresa Aguas de Malambo S.A.S E.S.P. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia, sin olores perceptibles.

- **Aguas Abajo EBAR:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo en el punto de descarga de la EBAR de la empresa Aguas de Malambo S.A.S E.S.P. Se evidenció poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia, sin olores perceptibles.

- **Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del Conjunto Residencial Puntawa, en Puerto Colombia. No se evidenció presencia de material flotante, ni de olores. La muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Vertimiento Silicar**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el exterior de la empresa Silicar, en Galapa. Se evidenció presencia de malos olores, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Salida Sistema De Tratamiento ARD Grupo Aeroportuario:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado la salida de la PTAR del Aeropuerto Ernesto Cortissoz. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Vertimiento AAA Polonuevo:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la salida de la laguna de la Triple A, en Polonuevo. No se evidenció presencia de material flotante, ni de olores. La muestra de agua posee apariencia clara.

- **Vertimiento AQSUR Repelón:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en lejanías de las instalaciones de la planta. No se evidenció presencia de material flotante, ni de olores. La muestra de agua posee apariencia verdosa.

- **Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga):** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el cuerpo receptor “Embalse del Guajaro”. La muestra de agua presenta apariencia clara. La medición de caudal no se realizó porque el cuerpo de agua tiene demasiada corriente.

- **Punto De Descarga Dimar:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la DIMAR. Se evidenció vegetación, olores casi imperceptibles, poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Aguas Arriba Dimar:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Punto De Descarga Dimar. No se evidenció presencia de material flotante, ni de olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Dimar:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del Punto De Descarga Dimar. No se evidenció presencia de material flotante, ni de olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la Urbanización Lomas De Caujaral, en Puerto Colombia. Se evidenció vegetación, olores casi imperceptibles, poca presencia de material flotante, la muestra de agua posee apariencia turbia.

- **Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral. No se evidenció presencia de material flotante, ni de olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral. No se evidenció presencia de material flotante, ni de olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Salida de PTAR steel city:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la salida la PTAR de la empresa Steel City, donde se realiza vertimiento directamente al suelo, aproximadamente a 500 metros de un caño. La muestra de agua presenta apariencia ligeramente amarillenta.

- **Planta de Galvess:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la red de alcantarillado de la planta, localizado dentro de las instalaciones de la empresa BIMBO. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **P1:** el punto de monitoreo se encuentra en la empresa Grupo Aeronaval del Caribe, en Soledad. Se evidenció vegetación y olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Aguas Arriba Planta de Galvess:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto planta de galvess, localizado dentro de las instalaciones de la empresa BIMBO. La muestra de agua presenta apariencia turbia, sin presencia de olores.

- **Aguas Arriba Planta de Galvess:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto planta de galvess, localizado dentro de las instalaciones de la empresa BIMBO. La muestra de agua presenta apariencia turbia, sin presencia de olores.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan – AAA:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del Colector Calle 13 Arroyo Don Juan – AAA, en Soledad. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Aguas Arriba Descarga Caño Al Rio – AAA:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del Colector Calle 13 Arroyo Don Juan – AAA, en Soledad. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Salida PTAR-CACOM:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en la salida de PTAR de la empresa CACOM, en el arroyo ají. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas Arriba-CACOM:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Salida PTAR-CACOM. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas Abajo-CACOM:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Salida PTAR-CACOM. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Descarga- INDUCOL S.A.:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la empresa INDUCOL S.A. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Aguas Arriba - INDUCOL S.A.:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Descarga- INDUCOL S.A. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas Abajo- INDUCOL S.A.:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Descarga- INDUCOL S.A. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Descarga- Celta:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la empresa Celta. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Descarga- Renoboy S.A.:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en el punto de descarga de la empresa Renoboy S.A., en Tubará. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Vertimiento Barranquillita**: el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga en Barranquilla. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

Agua Residual Doméstica (ARD)

- **Aguas Abajo Colector Mallorquín:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Colector Mallorquín. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Descarga EDAR Campo De La Cruz:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga EDAR, en Campo de la Cruz. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

- **Aguas Arriba- Campo De La Cruz:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas arriba del punto Descarga EDAR Campo De La Cruz. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

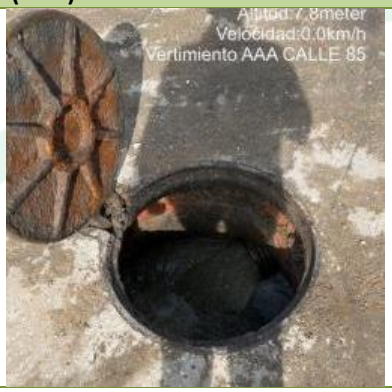
- **Aguas Abajo Campo De La Cruz:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Descarga EDAR Campo De La Cruz. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

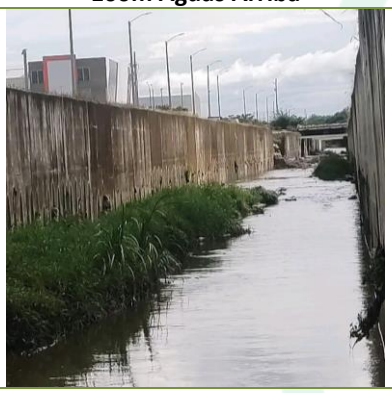
- **Descarga-Aguas Del Sur – Manatí:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado en un punto de descarga de Aguas del Sur, en Manatí. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia turbia.

- **Aguas Abajo - Aguas Del Sur – Manatí:** el punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas abajo del punto Descarga-Aguas Del Sur – Manatí. Se evidenció vegetación, sin olores. La muestra de agua presenta apariencia clara.

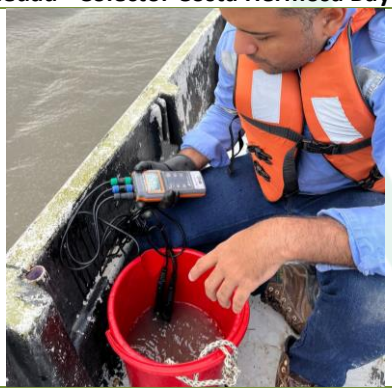
Fotografía 1. Vertimiento AAA Calle 76

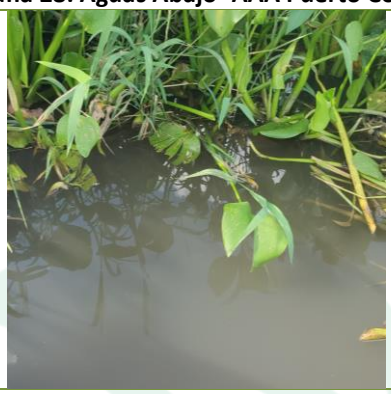
Fotografía 2. Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita

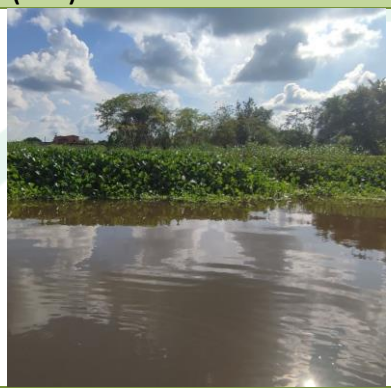
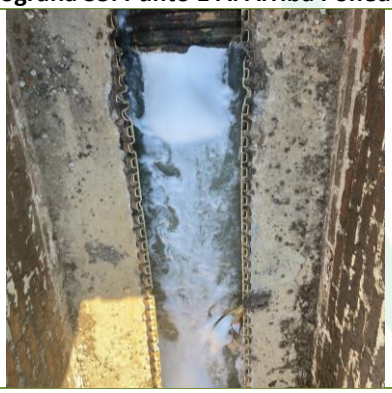
Agua Residual Doméstica (ARD)	
	
Fotografía 3. Vertimiento AAA Calle 79	**Fotografía 4. Vertimiento AAA Calle 85**
Fotografía 5. Vertimiento AAA Las Flores	**Fotografía 6. Vertimiento AAA Felicidad**
Fotografía 7. Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga	**Fotografía 8. Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo**

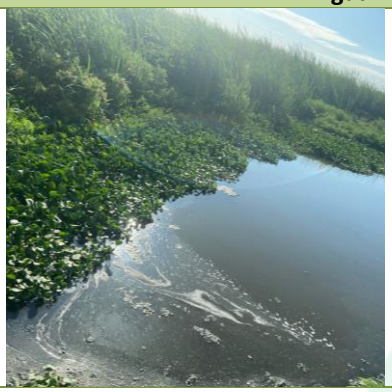
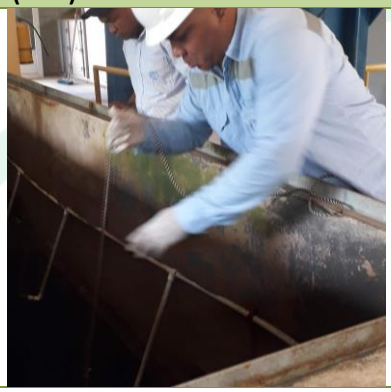
Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 9. Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba	**Fotografía 10. Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Abajo**
	
Fotografía 11. Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Arriba	**Fotografía 12. Zona Franca De Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto De Descarga**
Fotografía 13. Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto De Descarga	**Fotografía 14. Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo**

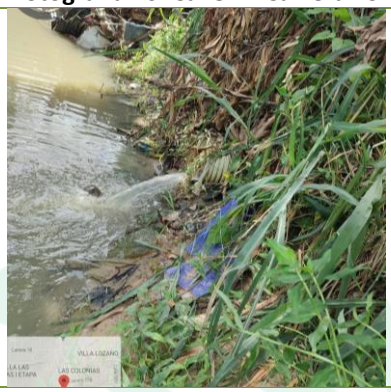
Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 15. Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	**Fotografía 16. Cuerpo Receptor AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja**
Fotografía 17. Vertimiento Arroyo Juan De Acosta	**Fotografía 18. Vertimiento AAA Tubará**
Fotografía 19. Aguas Arriba AAA Tubará	**Fotografía 20. Aguas Abajo AAA Tubará**

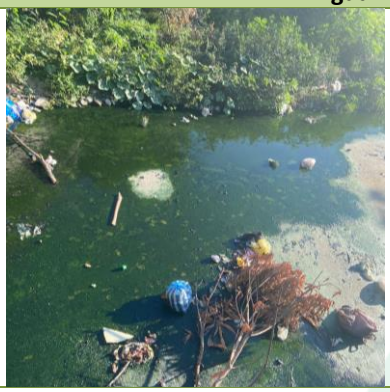
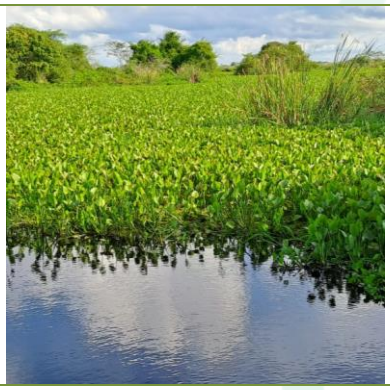
Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 21. Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30)	**Fotografía 22. Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9a Cruz De Mayo)**
Fotografía 23. Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer)	**Fotografía 24. EDAR-Suan**
	
Fotografía 25. Aguas Arriba- Suan	**Fotografía 26. Aguas Abajo-Suan**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 27. Descarga -AAA Puerto Colombia	**Fotografía 28. Aguas Abajo -AAA Puerto Colombia**
	
Fotografía 29. Punto 2 Ponedera	**Fotografía 30. Punto 2 A. Arriba Ponedera**
Fotografía 31. Punto 2 A. Abajo Ponedera	**Fotografía 32. Punto 3 Ponedera**

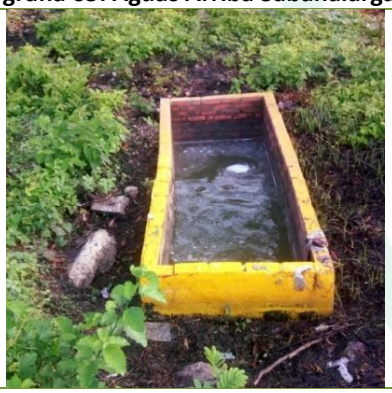
Agua Residual Doméstica (ARD)	
	
Fotografía 33. Punto 3 A. Arriba Ponedera	**Fotografía 34. Punto 3 A. Abajo Ponedera**
Fotografía 35. Punto 1 A. Arriba Ponedera	**Fotografía 36. Punto 1 A. Abajo Ponedera**
	
Fotografía 37. Vertimiento Sabanagrande	**Fotografía 38. Vertimiento Sabanagrande A. Arriba**

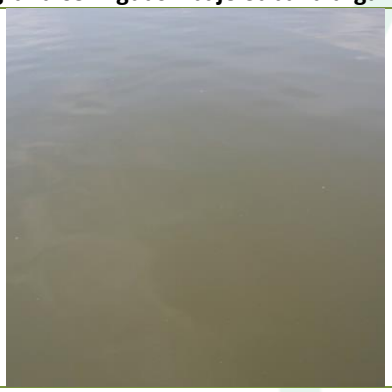
Agua Residual Doméstica (ARD)	
	
Fotografía 39. Vertimiento Sabanagrande Abajo	**Fotografía 40. EBAR El Porvenir**
Fotografía 41. Vertimiento AAA Calle 73	**Fotografía 42. Salida PTAR AAA Mallorquín**
Fotografía 43. Vertimiento AQSUR Luruaco	**Fotografía 44. Cuerpo Receptor Vertimiento AQSUR Luruaco**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 45. Calle 11 Carrera 16	**Fotografía 46. Calle 22 Carrera 13**
	
Fotografía 47. Carrera 14F Calle 53	**Fotografía 48. Calle 58 Carrera 15D**
Fotografía 49. Carrera 8A Murillo	**Fotografía 50. Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D)**

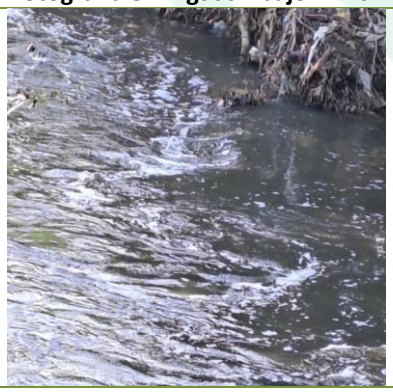
Agua Residual Doméstica (ARD)	
	
Fotografía 51. Aguas Arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi	**Fotografía 52. Punto Descarga Santo Tomas**
	
Fotografía 53. Aguas Arriba Santo Tomas	**Fotografía 54. Aguas Abajo Santo Tomas**
Fotografía 55. Punto De Descarga Baranoa	**Fotografía 56. Aguas Arriba Baranoa**

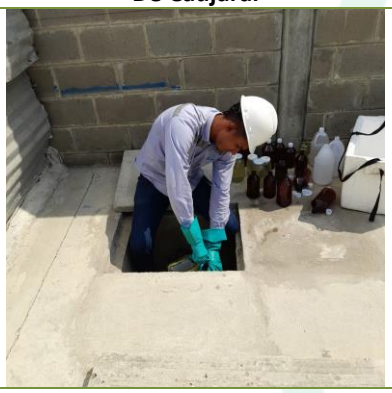
Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 57. Aguas Abajo Baranoa	**Fotografía 58. Punto Descarga Galapa**
Fotografía 59. Aguas Arriba Galapa	**Fotografía 60. Aguas Abajo Galapa**
Fotografía 61. Punto Descarga Palmar	**Fotografía 62. Aguas Arriba Palmar**

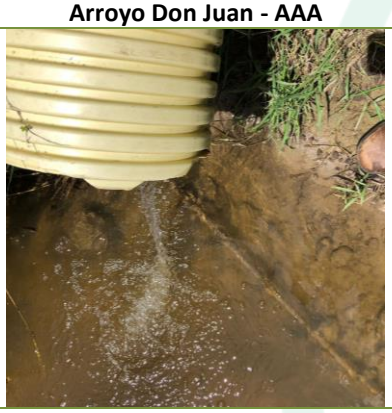
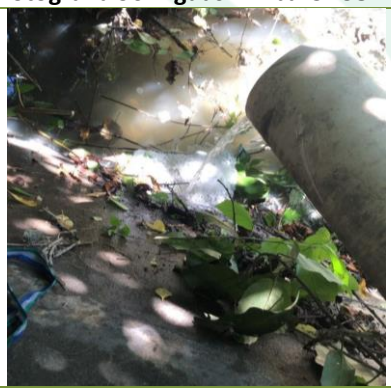
Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 63. Aguas Abajo Palmar	**Fotografía 64. Punto De Descarga Sabanalarga Sur**
Fotografía 65. Aguas Arriba Sabanalarga Sur	**Fotografía 66. Aguas Abajo Sabanalarga Sur**
	
Fotografía 67. Punto Descarga Sabanalarga Norte	**Fotografía 68. Aguas Arriba Sabanalarga Norte**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 69. Aguas Abajo Sabanalarga Norte	**Fotografía 70. Punto De Descarga Los Halcones**
	
Fotografía 71. Aguas Arriba Los Halcones	**Fotografía 72. Aguas Abajo Los Halcones**
Fotografía 73. Punto De Descarga EBAR	**Fotografía 74. Aguas Arriba EBAR**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 75. Aguas Abajo EBAR	**Fotografía 76. Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa**
Fotografía 77. Vertimiento Silicar	**Fotografía 78. Salida Sistema De Tratamiento ARD Grupo Aeroportuario**
Fotografía 79. Vertimiento AAA Polonuevo	**Fotografía 80. Vertimiento AQSUR Repelón**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 81. Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga)	**Fotografía 82. Punto De Descarga Dimar**
Fotografía 83. Aguas Arriba Dimar	**Fotografía 84. Aguas Abajo Dimar**
	
Fotografía 85. Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral	**Fotografía 86. Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 87. Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral	**Fotografía 88. Salida de PTAR Steel City**
	
Fotografía 89. Planta de Galvess	**Fotografía 90. P1**
Fotografía 91. Aguas Arriba Planta de Galvess	**Fotografía 92. Aguas Abajo Planta de Galvess**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 93. Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA	**Fotografía 94. Aguas Arriba Descarga Caño Al Río - AAA**
	
Fotografía 95. Salida PTAR-CACOM	**Fotografía 96. Aguas Arriba-CACOM**
	
Fotografía 97. Aguas Abajo-CACOM	**Fotografía 98. Descarga- INDUCOL S.A.**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 99. Aguas Arriba - INDUCOL S.A.	**Fotografía 100. Aguas Abajo- INDUCOL S.A.**
Fotografía 101. Descarga- Celta	**Fotografía 102. Descarga- Renoboy S.A.**
Fotografía 103. Vertimiento Barranquillita	**Fotografía 104. Aguas Abajo Colector Mallorquín**

Agua Residual Doméstica (ARD)	
Fotografía 105. Descarga EDAR Campo De La Cruz	**Fotografía 106. Aguas Arriba- Campo De La Cruz**
Fotografía 107. Aguas Abajo Campo De La Cruz	**Fotografía 108. Descarga-Aguas Del Sur - Manatí**
Fotografía 109. Aguas Abajo-Aguas Del Sur - Manatí	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los vertimientos monitoreados, ubicados los municipios de Baranoa, Barranquilla, Galapa, Juan de acosta, Luruaco, Malambo, Manatí, Palmar, Polonuevo, Ponedera, Puerto Colombia, Repelón, Sabanagrande, Sabanalarga, Santo tomas, Soledad, Suan, Tubará y Usiacurí, en jurisdicción de la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA.

Los municipios se caracterizan por tener un clima tropical, siendo los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. Poseen como clasificación del clima de Köppen-Geiger: Aw. Baranoa tiene una temperatura promedio de 26.7 °C y precipitaciones de 1655 mm. Barranquilla tiene una temperatura media anual de 27.1 °C y en un año, la precipitación es 1396 mm. Galapa tiene una temperatura promedio de 26,8 °C, la precipitación aproximada es de 1251 mm. Juan de Acosta tiene una temperatura promedio de 26.7 °C y una precipitación de 1655 mm al año. Luruaco tiene una temperatura promedio de 27.1 °C. y una precipitación aproximada de 1686 mm. Manatí tiene una temperatura promedio de 27.4 °C y en un año, la precipitación es 1547 mm. Palmar de Varela tiene una temperatura promedio de 27.3 °C. y precipitaciones promedios de 1906 mm. Polonuevo tiene una temperatura promedio de 26.7 °C y en un año, la precipitación es 1906 mm. Ponedera tiene una temperatura promedio de 27.4 °C. y precipitaciones promedios de 1906 mm. Puerto Colombia tiene una temperatura promedio de 27.4 °C. y precipitaciones promedios de 1906 mm. Repelón tiene una temperatura promedio de 27.1 °C, hay alrededor de precipitaciones de 1547 mm. Sabanagrande tiene una temperatura promedio de 27,1 °C. y la precipitación aproximada es de 1906 mm. Sabanalarga tiene una temperatura promedio de 27.1 °C, en un año, la precipitación es de 1655 mm. Santo tomas tiene una temperatura media anual de 27.1 °C, hay alrededor de precipitaciones de 1906 mm. Soledad tiene una temperatura media anual de 27.0 °C, la precipitación aproximada es de 1396 mm. Suan tiene una temperatura promedio de 27.5 °C, en un año, la precipitación es 1423 mm. Tubará tiene una temperatura promedio de 26.8 °C, la precipitación es de 1655 mm al año. Usiacurí tiene una temperatura promedio de 26.9 °C, en un año, la precipitación es 1655 mm.

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo					Georreferenciación			
COD	Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora hh:mm	Cota de elevación (msnm)	Geográficas WGS84		Magna sirgas Origen Nacional (m)	
					N	W	N	E
1	Vertimiento AAA Calle 76	179788	12:00	13	11°0'53,001"	74°47'47,217"	2775757,393	4803807,263
2	Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita	179789	17:30	3	10°58'6,990"	74°45'25,312"	2770632,812	4808083,614
3	Vertimiento AAA Calle 79	179790	13:00	6	11°1'13,957"	74°47'55,256"	2776402,538	4803567,176
4	Vertimiento AAA Calle 85	179791	09:00	4	11°1'39,512"	74°48'7,723"	2777189,758	4803193,584
5	Vertimiento AAA Las Flores	179792	11:30	3	11°2'28,989"	74°49'34,000"	2778725,372	4800584,806
6	Vertimiento AAA Felicidad	179793	14:00	5	11°0'35,380"	74°47'8,015"	2775209,045	4804993,652
7	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga	179794	15:55	63	10°42'57,81"	74°58'26,54"	2742851,146	4784191,007
8	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo	179795	12:50	63	10°42'55,21"	74°58'23,77"	2742770,740	4784274,645
9	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba	179796	13:25	62	10°43'8,30"	74°58'23,77"	2743172,841	4784277,222
10	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Abajo	179797	14:35	37	10°55'58,44"	74°51'9,17"	2766746,760	4797623,043
11	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Arriba	179798	15:30	37	10°55'58,35"	74°51'9,03"	2766743,970	4797627,276
12	Zona Franca De Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto de descarga	179799	16:30	38	10°55'58,60"	74°51'10,40"	2766751,904	4797585,737
13	Aguas del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto de descarga	179800	11:20	41	10°55'32,00"	74°51'30,00"	2765938,496	4796985,751
14	Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo	179801	11:40	42	10°55'33,258"	74°51'29,381"	2765977,022	4797004,779
15	Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	179803	14:00	5	10°27'15,70"	74°52'42,38"	2713847,534	4794471,596
16	Cuerpo Receptor AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	179804	14:30	16	10°27'24,07"	74°52'52,32"	2714106,429	4794170,921
17	Vertimiento Arroyo Juan De Acosta	179809	11:30	47	10°49'49,11"	75°2'18,57"	2755531,983	4777226,119
18	Vertimiento AAA Tubará	179812	16:00	212	10°51'56,53"	74°58'49,24"	2759404,236	4783608,537
19	Aguas Arriba AAA Tubará	179813	16:10	215	10°51'57,752"	74°58'48,589"	2759441,645	4783628,548
20	Aguas Abajo AAA Tubará	179814	16:20	212	10°51'55,976"	74°58'49,880"	2759387,344	4783588,993
21	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30)	179815	11:50	16	10°55'20,34"	74°46'31,26"	2765525,835	4806051,964
22	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9A Cruz De Mayo)	179817	11:30	5	10°55'13,04"	74°45'29,30"	2765290,623	4807931,442

Características del monitoreo					Georreferenciación			
COD	Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora hh:mm	Cota de elevación (msnm)	Geográficas WGS84		Magna sirgas Origen Nacional (m)	
					N	W	N	E
23	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer)	179819	13:00	12	10°56'22,04"	74°46'7,54"	2767416,746	4806783,079
24	EDAR-Suan	179821	12:00	7	10°20'32,64"	74°53'27,71"	2701475,255	4793019,638
25	Aguas Arriba- Suan	179822	14:00	6	10°20'13,78"	74°52'31,50"	2700885,861	4794725,809
26	Aguas Abajo-Suan	179823	14:30	7	10°20'5,94"	74°52'34,06"	2700645,506	4794646,533
27	Descarga - AAA Puerto Colombia	179824	12:00	12	10°59'5,55"	74°56'41,37"	2772557,840	4787575,955
28	Aguas Abajo - AAA Puerto Colombia	179825	12:30	10	10°59'6,51"	74°56'40,91"	2772587,239	4787590,108
29	Punto 2 Ponedera	179828	15:00	9	10°38'25,36"	74°44'47,00"	2734332,645	4809038,939
30	Punto 2 A. Arriba Ponedera	179829	15:30	9	10°38'26,49"	74°44'46,70"	2734367,301	4809048,249
31	Punto 2 A. Abajo Ponedera	179830	16:00	8	10°38'24,59"	74°44'46,41"	2734308,894	4809056,732
32	Punto 3 Ponedera	179831	16:30	7	10°38'15,28"	74°44'46,05"	2734022,881	4809066,060
33	Punto 3 A. Arriba Ponedera	179832	17:00	10	10°38'17,84"	74°44'45,93"	2734101,490	4809070,148
34	Punto 3 A. Abajo Ponedera	179833	17:30	6	10°38'13,66"	74°44'45,31"	2733972,998	4809088,263
35	Punto 1 A. Arriba Ponedera	179834	08:00	2	10°38'47,14"	74°44'51,26"	2735002,334	4808913,278
36	Punto 1 A. Abajo Ponedera	179835	09:00	2	10°38'43,34"	74°44'49,98"	2734885,400	4808951,509
37	Vertimiento Sabanagrande	179836	17:00	4	10°47'52,49"	74°44'58,19"	2751753,724	4808797,914
38	Vertimiento Sabanagrande A. Arriba	179837	17:30	4	10°47'56,32"	74°44'58,78"	2751871,464	4808780,671
39	Vertimiento Sabanagrande Abajo	179838	18:00	5	10°47'51,06"	74°44'57,36"	2751709,657	4808822,868
40	EBAR El Porvenir	179839	12:00	5	10°55'34,90"	74°45'38,30"	2765963,645	4807662,159
41	Vertimiento AAA Calle 73	179840	12:20	10	11°0'27,182"	74°47'24,896"	2774960,292	4804479,875
42	Salida PTAR AAA Mallorquín	179841	09:10	4	11°1'44,544"	74°51'3,378"	2777376,839	4797864,302
43	Vertimiento AQSUR Luruaco	179842	12:20	43	10°35'49,281"	75°7'31,811"	2729796,607	4767535,182
44	Cuerpo Receptor Vertimiento AQSUR Luruaco	179843	15:10	10	10°36'35,936"	75°6'28,974"	2731216,888	4769454,714
45	Calle 11 Carrera 16	179844	09:00	5	10°54'41,56"	74°45'41,63"	2764325,889	4807551,535
46	Calle 22 Carrera 13	179845	12:00	11	10°54'37,18"	74°46'12,28"	2764196,786	4806620,341
47	Carrera 14F Calle 53	179846	09:00	37	10°54'42,99"	74°47'22,89"	2764387,850	4804477,946
48	Calle 58 Carrera 15D	179847	11:00	40	10°54'46,19"	74°47'37,21"	2764488,714	4804043,828
49	Carrera 8A Murillo	179848	08:00	49	10°54'7,50"	74°48'9,40"	2763306,130	4803059,584
50	Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D)	179849	12:00	16	10°54'36,53"	74°46'26,27"	2764179,308	4806195,543
51	Aguas Arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi	179850	08:00	28	10°55'28,58"	74°47'7,52"	2765785,414	4804952,788

Características del monitoreo					Georreferenciación			
COD	Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora hh:mm	Cota de elevación (msnm)	Geográficas WGS84		Magna sirgas Origen Nacional (m)	
					N	W	N	E
52	Punto Descarga Santo Tomas	179851	15:00	4	10°46'17,35"	74°44'49,57"	2748830,033	4809043,000
53	Aguas Arriba Santo Tomas	179852	14:35	5	10°46'11,00"	74°44'43,80"	2748633,997	4809217,122
54	Aguas Abajo Santo Tomas	179853	14:55	5	10°46'21,90"	74°44'47,40"	2748969,409	4809109,699
55	Punto De Descarga Baranoa	179854	13:00	110	10°45'54,37"	74°53'54,31"	2748222,556	4792494,389
56	Aguas Arriba Baranoa	179855	11:15	112	10°45'54,88"	74°53'54,35"	2748238,229	4792493,271
57	Aguas Abajo Baranoa	179856	11:25	104	10°45'50,30"	74°53'53,84"	2748097,449	4792507,890
58	Punto Descarga Galapa	179857	10:00	60	10°54'26,42"	74°53'49,71"	2763950,409	4792732,052
59	Aguas Arriba Galapa	179858	08:25	59	10°54'24,34"	74°53'49,70"	2763886,515	4792731,955
60	Aguas Abajo Galapa	179859	08:35	57	10°54'29,88"	74°53'49,93"	2764056,733	4792726,039
61	Punto Descarga Palmar	179860	16:30	4	10°44'15,61"	74°43'56,34"	2745081,688	4810638,472
62	Aguas Arriba Palmar	179861	14:25	4	10°44'13,32"	74°43'56,51"	2745011,381	4810632,912
63	Aguas Abajo Palmar	179862	14:45	4	10°44'19,00"	74°43'55,74"	2745185,707	4810657,282
64	Punto De Descarga Sabanalarga Sur	179863	10:00	86	10°37'11,65"	74°54'42,49"	2732175,182	4790931,584
65	Aguas Arriba Sabanalarga Sur	179864	08:20	87	10°37'12,86"	74°54'42,65"	2732212,379	4790926,950
66	Aguas Abajo Sabanalarga Sur	179865	08:35	66	10°37'10,13"	74°54'40,64"	2732128,146	4790987,513
67	Punto Descarga Sabanalarga Norte	179866	17:00	72	10°38'53,34"	74°55'57,15"	2735312,865	4788682,294
68	Aguas Arriba Sabanalarga Norte	179867	15:20	72	10°38'52,63"	74°55'55,45"	2735290,734	4788733,813
69	Aguas Abajo Sabanalarga Norte	179868	15:35	71	10°38'52,71"	74°55'58,32"	2735293,735	4788646,623
70	Punto De Descarga Los Halcones	179869	17:00	7	10°51'26,58"	74°46'15,93"	2758343,115	4806475,361
71	Aguas Arriba Los Halcones	179870	10:00	1	10°51'38,07"	74°45'38,75"	2758689,474	4807606,240
72	Aguas Abajo Los Halcones	179871	10:30	3	10°51'17,67"	74°45'39,05"	2758062,941	4807593,503
73	Punto De Descarga EBAR	179872	17:30	4	10°51'33,93"	74°46'11,92"	2758568,162	4806598,425
74	Aguas Arriba EBAR	179873	11:30	3	10°51'44,03"	74°45'55,97"	2758875,569	4807084,487
75	Aguas Abajo EBAR	179874	11:00	2	10°51'36,89"	74°45'57,54"	2758656,540	4807035,546
76	Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa	179875	10:30	19	11°2'24,751"	74°55'13,165"	2778659,654	4790292,259
77	Vertimiento Silicar	179876	13:20	40	10°56'36,874"	74°55'3,277"	2767971,723	4790524,095
78	Salida Sistema De Tratamiento ARD Grupo Aeroportuario	179879	12:00	17	10°53'20,683"	74°46'19,592"	2761848,460	4806384,632
79	Vertimiento AAA Polonuevo	179880	13:40	66	10°44'59,58"	74°50'56,108"	2746506,542	4797896,661
80	Vertimiento AQSUR Repelón	179881	17:30	8	10°30'4,60"	75°6'36,00"	2719196,333	4769160,040
81	Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga)	179882	17:50	6	10°29'56,416"	75°6'26,484"	2718942,977	4769447,665

Características del monitoreo					Georreferenciación			
COD	Puntos de monitoreo	ID muestra	Hora hh:mm	Cota de elevación (msnm)	Geográficas WGS84		Magna sirgas Origen Nacional (m)	
					N	W	N	E
82	Punto De Descarga Dimar	179885	14:00	2	11°2'28,98"	74°49'22,02"	2778722,878	4800948,319
83	Aguas Arriba Dimar	179886	14:20	2	11°2'33,77"	74°49'23,65"	2778870,311	4800899,756
84	Aguas Abajo Dimar	179887	14:40	2	11°2'31,88"	74°49'21,98"	2778811,948	4800950,076
85	Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral	179888	14:00	8	11°1'36,15"	74°52'54,03"	2777139,930	4794504,901
86	Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral	179889	14:15	7	11°1'35,57"	74°52'53,93"	2777122,095	4794507,823
87	Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral	179890	14:35	7	11°1'36,91"	74°52'54,20"	2777163,307	4794499,888
88	Salida De PTAR Steel City	179891	09:00	68	10°51'17,83"	74°49'46,97"	2758112,288	4800066,173
89	Planta De Galvess	179892	13:50	4	10°48' 58,00"	74°45'32,00"	2753771,747	4807782,786
90	P1	179893	12:45	17	10°53'23,81"	74°46'23,69"	2761945,234	4806260,786
91	Aguas Arriba Planta de Galvess	179894	13:30	4	10°48' 56,84"	74°45'32,15"	2753736,144	4807778,026
92	Aguas Abajo Planta de Galvess	179895	14:00	4	10°48' 55,92"	74°45'31,34"	2753707,744	4807802,459
93	Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA	179904	13:00	4	10°56'43,44"	74°45'32,55"	2768067,843	4807848,961
94	Aguas Arriba Descarga Caño Al Río - AAA	179905	10:00	3	10°55'39,76"	74°44'48,45"	2766104,138	4809176,177
95	Salida PTAR - CACOM	179906	10:00	17	10°52'28,40"	74°46'51,10"	2760248,173	4805418,677
96	Aguas Arriba - CACOM	179907	11:00	17	10°52'28,30"	74°46'52,40"	2760245,333	4805379,191
97	Aguas Abajo - CACOM	179908	12:00	17	10°52'28,20"	74°46'50,30"	2760241,888	4805442,928
98	Descarga - INDUCOL S.A.	179909	09:00	18	10°55'7,96"	74°46'32,60"	2765145,818	4806009,055
99	Aguas Arriba - INDUCOL S.A.	179910	11:00	18	10°55'9,07"	74°46'33,00"	2765179,983	4805997,114
100	Aguas Abajo - INDUCOL S.A.	179911	10:00	18	10°55'6,86"	74°46'32,01"	2765111,926	4806026,767
101	Descarga - Celta	179912	14:00	29	10°55'14,62"	74°47'8,56"	2765356,812	4804918,686
102	Descarga - Renoboy S.A.	179914	14:00	57	10°56'10,571"	74°55'31,162"	2767169,144	4789672,489
103	Vertimiento Barranquillita	179915	09:00	3	10°58'43,97"	74°45'33,28"	2771770,072	4807848,427
104	Aguas Abajo Colector Mallorquín	179916	11:00	2	11°2'58,90"	74°49'57,40"	2779648,476	4799880,399
105	Descarga EDAR Campo De La Cruz	179917	10:00	3	10°23'37,08"	74°52'42,85"	2707132,460	4794417,456
106	Aguas Arriba - Campo De La Cruz	179918	11:00	3	10°23'38,83"	74°52'42,55"	2707186,159	4794426,897
107	Aguas Abajo - Campo De La Cruz	179919	12:00	4	10°23'34,11"	74°52'43,77"	2707041,398	4794388,940
108	Descarga - Aguas Del Sur - Manatí	179920	12:00	6	10°26'40,65"	74°58'19,23"	2712833,345	4784223,308
109	Aguas Abajo - Aguas Del Sur - Manatí	179921	13:00	4	10°26'34,88"	74°58'22,20"	2712656,667	4784131,897

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

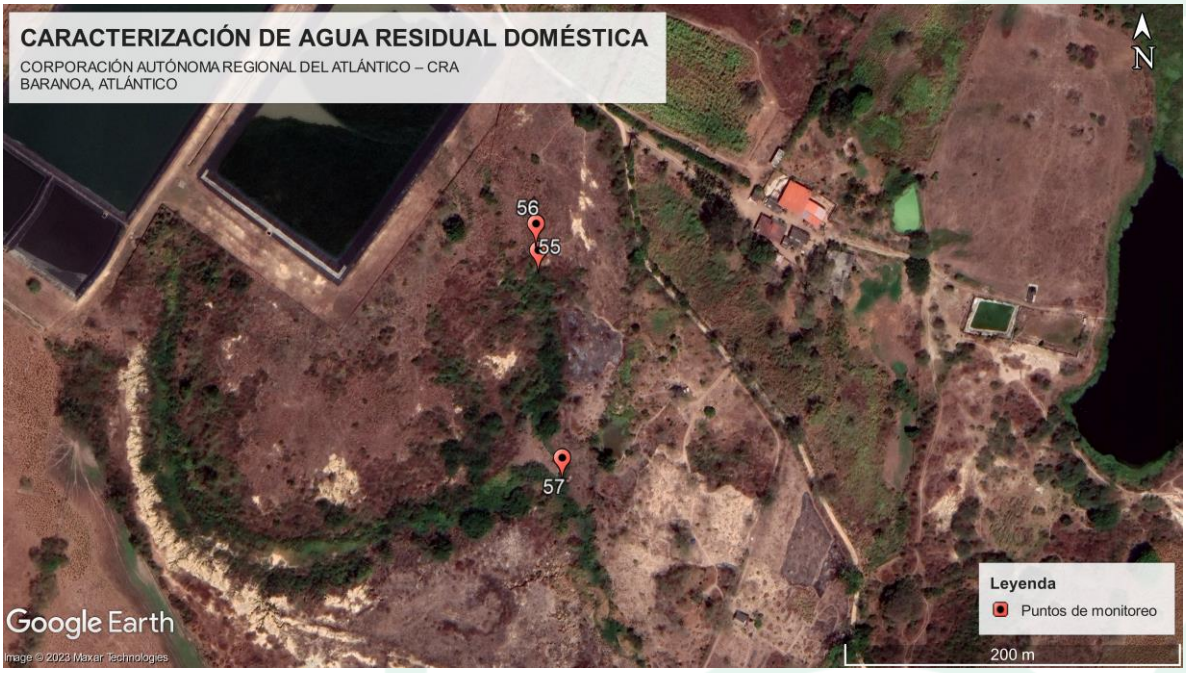


Figura 1. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Baranoa
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Barranquilla
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Campo de la cruz
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 4. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Candelaria
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

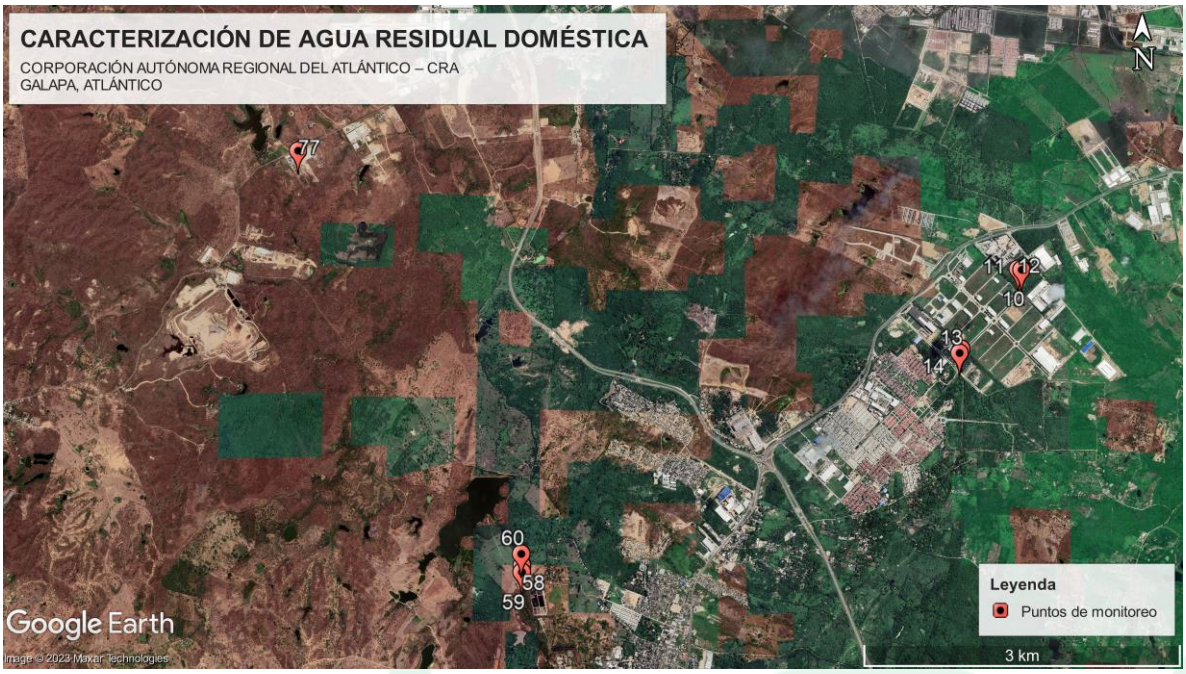


Figura 5. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Galapa
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 6. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Juan de Acosta
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 7. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Luruaco
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 8. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Malambo
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 9. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Manatí
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 10. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Palmar
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 11. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Polonuevo
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 12. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Ponedera
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 13. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Puerto Colombia

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 14. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Repelón

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 15. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Sabanagrande

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 16. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Sabanalarga

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 17. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Santo tomas

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 18. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Soledad

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 19. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Suan
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 20. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Tubará
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 21. Localización geográfica de puntos de monitoreo en Usiacurí
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán con base en el artículo 5 para la temperatura, y el Artículo 8: Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas - ARD y de las aguas residuales no domésticas - ARnD de los prestadores del servicio público de alcantarillado.

4.1 Mediciones en campo

De la **Tabla 7** a la **Tabla 84,** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 85** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Mediciones en campo – parte I

Parámetros	Unidades	Puntos de monitoreo						
		Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Abajo	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Arriba	Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo	Aguas Arriba AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	Aguas Arriba AAA Tubará
		8	9	10	11	14	16	19
		13/10/2022	13/10/2022	14/10/2022	14/10/2022	14/10/2022	20/10/2022	21/10/2022
		12:50	13:25	14:35	15:30	11:40	14:30	16:10
		ID 179795	ID 179796	ID 179797	ID 179798	ID 179801	ID 179804	ID 179813
pH	Unidades	8,28	8,01	7,98	7,91	7,98	6,98	8,04
Oxígeno disuelto	mg/L	2,35	2,25	2,60	2,30	2,60	6,40	2,25
Conductividad	µs/cm	535,0	523,5	535,0	549,0	535,0	1246,5	949,0
Temperatura	°C	28,30	28,70	30,20	30,00	30,20	30,25	28,20
Caudal	L/s	12,50	11,63	2,68	2,15	0,68	-	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 8. Mediciones en campo – parte II

Parámetros	Unidades	Puntos de monitoreo					
		Aguas Abajo AAA Tubará	Aguas Arriba - Suan	Aguas Abajo - Suan	Cuerpo Receptor Vertimiento AQSUR Luruaco	Aguas Arriba Santo Tomas	Aguas Abajo Santo Tomas
		20	25	26	44	53	54
		21/10/2022	19/10/2022	19/10/2022	28/10/2022	26/10/2022	26/10/2022
		16:20	14:00	14:30	15:10	14:35	14:55
		ID 179814	ID 179822	ID 179823	ID 179843	ID 179852	ID 179853
pH	Unidades	8,15	8,76	8,52	8,86	7,36	7,45
Oxígeno disuelto	mg/L	2,85	4,40	6,10	6,75	0,15	0,30
Conductividad	µs/cm	989,0	1384,0	1218,0	1842,0	810,5	772,0
Temperatura	°C	28,65	31,00	33,00	33,30	30,50	30,90
Caudal	L/s	-	-	-	-	-	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 9. Mediciones en campo – parte III

Parámetros	Unidades	Puntos de monitoreo					
		Aguas Arriba Baranoa	Aguas Abajo Baranoa	Aguas Arriba Galapa	Aguas Abajo Galapa	Aguas Arriba Palmar	Aguas Abajo Palmar
		56	57	59	60	62	63
		27/10/2022	27/10/2022	27/10/2022	27/10/2022	27/10/2022	27/10/2022
		11:15	11:25	8:25	8:35	14:25	14:45
		ID 179855	ID 179856	ID 179858	ID 179859	ID 179861	ID 179862
pH	Unidades	7,30	7,33	7,70	7,94	7,55	7,88
Oxígeno disuelto	mg/L	5,50	5,20	0,20	0,90	4,20	5,10
Conductividad	µs/cm	199,9	710,0	846,0	839,0	199,4	197,3
Temperatura	°C	29,60	29,60	29,70	29,10	29,50	29,70
Caudal	L/s	-	-	-	-	-	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 10. Mediciones en campo – parte IV

Parámetros	Unidades	Puntos de monitoreo					
		Aguas Arriba Sabanalarga Sur	Aguas Abajo Sabanalarga Sur	Aguas Arriba Sabanalarga Norte	Aguas Abajo Sabanalarga Norte	Aguas Arriba Los Halcones	Aguas Abajo Los Halcones
		65	66	68	69	71	72
		28/10/2022	28/10/2022	28/10/2022	28/10/2022	31/10/2022	31/10/2022
		8:20	8:35	15:20	15:35	10:00	10:30
		ID 179864	ID 179865	ID 179867	ID 179868	ID 179870	ID 179871
pH	Unidades	8,22	7,98	8,77	7,67	7,87	7,83
Oxígeno disuelto	mg/L	0,90	0,60	0,50	0,70	1,30	1,30
Conductividad	µs/cm	744,0	803,0	882,0	775,0	284,0	253,0
Temperatura	°C	29,70	29,40	30,10	29,50	22,30	22,30
Caudal	L/s	-	-	-	-	-	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 11. Mediciones en campo – parte V

Parámetros	Unidades	Puntos de monitoreo					
		Aguas Arriba EBAR	Aguas Abajo EBAR	Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga)	Aguas Arriba Dimar	Aguas Abajo Dimar	Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral
		74	75	81	83	84	86
		31/10/2022	31/10/2022	11/11/2022	1/11/2022	1/11/2022	2/11/2022
		11:30	11:00	17:50	14:20	14:40	14:15
		ID 179873	ID 179874	ID 179882	ID 179886	ID 179887	ID 179889
pH	Unidades	7,96	7,88	8,74	6,89	7,09	7,88
Oxígeno disuelto	mg/L	1,30	1,30	10,40	4,20	4,50	0,90
Conductividad	µs/cm	277,0	284,0	884,5	199,4	198,2	832,0
Temperatura	°C	22,50	22,40	31,15	28,10	29,60	30,10
Caudal	L/s	-	-	-	-	-	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 12. Mediciones en campo – parte VI

Parámetros	Unidades	Puntos de monitoreo					
		Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral	Aguas Abajo- INDUCOL S.A.	Aguas Arriba - INDUCOL S.A	Descarga- RENOBOY S.A.	Aguas Arriba - Campo De La Cruz	Aguas Abajo Campo De La Cruz
		87	96	95	98	102	103
		2/11/2022	1/11/2022	1/11/2022	4/11/2022	27/10/2022	27/10/2022
		14:35	10:00	11:00	14:00	11:00	12:00
		ID 179890	ID 179911	ID 179910	ID 179914	ID 179918	ID 179919
pH	Unidades	8,01	7,92	8,76	8,12	7,92	7,89
Oxígeno disuelto	mg/L	0,50	2,10	4,35	2,10	1,25	0,75
Conductividad	µs/cm	898,0	712,5	702,5	741,0	1320,5	790,5
Temperatura	°C	30,40	31,00	30,50	30,00	31,00	30,00
Caudal	L/s	-	-	-	-	-	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 13. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 76

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Calle 76 (1)				
		ID 179788				
		24/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	8,24	5,15	1644,5	29,2	-
Alícuota 2	10:30	8,38	4,85	1650,5	29,3	-
Alícuota 3	11:00	8,40	4,15	1662,0	29,7	-
Alícuota 4	11:30	8,33	4,30	1676,5	29,4	-
Alícuota 5	12:00	8,23	4,95	1580,2	29,1	-
Rangos	**Máximo**	**8,40**	**5,15**	**1676,5**	**29,7**	**-**
	Mínimo	**8,23**	**4,15**	**1580,2**	**29,1**	**-**
	Promedio	**8,31**	**4,68**	**1642,7**	**29,3**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 14. Mediciones en campo – Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita

Alícuotas	Hora	Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita (2)				
		ID 179789				
		24/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:30	8,20	6,50	1193,5	29,20	-
Alícuota 2	16:00	8,23	6,70	1197,0	29,45	-
Alícuota 3	16:30	8,20	6,20	1233,5	29,80	-
Alícuota 4	17:00	8,25	6,50	1224,5	29,20	-
Alícuota 5	17:30	8,11	6,70	1232,5	28,75	-
Rangos	**Máximo**	**8,25**	**6,70**	**1233,5**	**29,80**	**-**
	Mínimo	**8,11**	**6,20**	**1193,5**	**28,75**	**-**
	Promedio	**8,20**	**6,50**	**1216,2**	**29,28**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 15. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 79

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Calle 79 (3)				
		ID 179790				
		25/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:00	7,74	7,70	814,0	30,45	0,789
Alícuota 2	11:30	7,77	7,30	823,5	30,25	0,762
Alícuota 3	12:00	7,67	7,20	831,0	31,15	0,775
Alícuota 4	12:30	7,79	6,85	845,5	30,80	0,836
Alícuota 5	13:00	7,68	6,35	834,0	30,40	0,817
Rangos	**Máximo**	**7,79**	**7,70**	**845,5**	**31,15**	**0,84**
	Mínimo	**7,67**	**6,35**	**814,0**	**30,25**	**0,76**
	Promedio	**7,73**	**7,08**	**829,6**	**30,61**	**0,80**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 16. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 85

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Calle 85 (4)				
		ID 179791				
		26/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:00	8,35	4,25	929,5	29,40	-
Alícuota 2	7:30	8,31	4,55	932,5	29,60	-
Alícuota 3	8:00	8,26	4,70	944,5	29,15	-
Alícuota 4	8:30	8,32	4,35	956,5	29,35	-
Alícuota 5	9:00	8,44	4,40	958,5	29,45	-
Rangos	**Máximo**	**8,44**	**4,70**	**958,5**	**29,60**	**-**
	Mínimo	**8,26**	**4,25**	**929,5**	**29,15**	**-**
	Promedio	**8,33**	**4,45**	**944,3**	**29,39**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 17. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Las Flores

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Las Flores (5)				
		ID 179792				
		26/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:30	7,12	3,44	1232,0	29,80	-
Alícuota 2	10:00	7,21	3,33	1235,0	29,20	-
Alícuota 3	10:30	7,27	3,40	1237,5	29,35	-
Alícuota 4	11:00	7,17	3,35	1243,5	29,25	-
Alícuota 5	11:30	7,20	3,33	1235,5	29,40	-
Rangos	**Máximo**	**7,27**	**3,44**	**1243,5**	**29,80**	**-**
	Mínimo	**7,12**	**3,33**	**1232,0**	**29,20**	**-**
	Promedio	**7,19**	**3,37**	**1236,7**	**29,40**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 18. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Felicidad

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Felicidad (6)				
		ID 179793				
		26/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	12:00	7,75	4,45	1000,5	31,30	-
Alícuota 2	12:30	7,67	4,25	997,5	30,85	-
Alícuota 3	13:00	7,57	5,00	1012,5	31,25	-
Alícuota 4	13:30	7,50	4,25	996,5	30,45	-
Alícuota 5	14:00	7,69	4,75	987,5	31,35	-
Rangos	**Máximo**	**7,75**	**5,00**	**1012,5**	**31,35**	**-**
	Mínimo	**7,50**	**4,25**	**987,5**	**30,45**	**-**
	Promedio	**7,63**	**4,54**	**998,9**	**31,04**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 19. Mediciones en campo – Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga

Alícuotas	Hora	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga (7)				
		ID 179794				
		13/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	13:55	8,24	2,45	537,0	28,35	10,55
Alícuota 2	14:25	8,22	2,40	527,0	28,80	11,00
Alícuota 3	14:55	8,27	2,55	535,5	28,40	13,07
Alícuota 4	15:25	8,23	2,25	538,5	28,30	12,88
Alícuota 5	15:55	8,25	2,50	537,5	28,50	12,60
Rangos	**Máximo**	**8,27**	**2,55**	**538,5**	**28,80**	**13,07**
	Mínimo	**8,22**	**2,25**	**527,0**	**28,30**	**10,55**
	Promedio	**8,24**	**2,43**	**535,1**	**28,47**	**12,02**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 20. Mediciones en campo – Zona Franca de Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto De Descarga

Alícuotas	Hora	Zona Franca de Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto De Descarga (12)				
		ID 179799				
		14/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	14:30	8,45	2,15	576,5	30,20	0,28
Alícuota 2	15:00	8,47	2,15	595,0	30,30	0,37
Alícuota 3	15:30	8,24	2,35	585,0	30,20	0,29
Alícuota 4	16:00	7,92	2,35	577,0	29,90	0,30
Alícuota 5	16:30	7,88	2,45	581,5	30,05	0,30
Rangos	**Máximo**	**8,47**	**2,45**	**595,0**	**30,30**	**0,37**
	Mínimo	**7,88**	**2,15**	**576,5**	**29,90**	**0,28**
	Promedio	**8,19**	**2,29**	**583,0**	**30,13**	**0,31**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 21. Mediciones en campo - Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto De Descarga

Alícuotas	Hora	Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto De Descarga (13)				
		ID 179800				
		14/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:20	7,45	2,25	537,0	29,60	0,62
Alícuota 2	9:50	7,93	1,40	527,0	29,35	0,57
Alícuota 3	10:20	7,92	2,20	535,5	29,45	0,55
Alícuota 4	10:50	8,22	2,75	538,5	30,50	0,61
Alícuota 5	11:20	8,28	2,70	537,5	30,60	0,60
Rangos	**Máximo**	**8,28**	**2,75**	**538,5**	**30,60**	**0,62**
	Mínimo	**7,45**	**1,40**	**527,0**	**29,35**	**0,55**
	Promedio	**7,96**	**2,26**	**535,1**	**29,90**	**0,59**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 22. Mediciones en campo – Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja

Alícuotas	Hora	Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja (15)				
		ID 179803				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	12:00	7,04	8,10	1187,0	31,30	-
Alícuota 2	12:30	6,95	6,75	1254,5	31,10	-
Alícuota 3	13:00	6,94	6,85	1256,0	30,85	-
Alícuota 4	13:30	6,94	5,85	1264,0	31,30	-
Alícuota 5	14:00	6,77	5,30	1287,5	31,45	-
Rangos	**Máximo**	**7,04**	**8,10**	**1287,5**	**31,45**	-
	Mínimo	**6,77**	**5,30**	**1187,0**	**30,85**	-
	Promedio	**6,93**	**6,57**	**1249,8**	**31,20**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 23. Mediciones en campo – Vertimiento Arroyo Juan De Acosta

Alícuotas	Hora	Vertimiento Arroyo Juan De Acosta (17)				
		ID 179809				
		21/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:30	7,75	1,35	1396,0	29,75	0,520
Alícuota 2	10:00	7,81	1,45	1367,0	29,50	0,500
Alícuota 3	10:30	7,76	1,40	1392,5	29,60	0,492
Alícuota 4	11:00	7,78	1,50	1391,5	29,45	0,506
Alícuota 5	11:30	7,76	1,25	1398,0	29,45	0,496
Rangos	**Máximo**	**7,81**	**1,50**	**1398,0**	**29,75**	**0,52**
	Mínimo	**7,75**	**1,25**	**1367,0**	**29,45**	**0,49**
	Promedio	**7,77**	**1,39**	**1389,0**	**29,55**	**0,50**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 24. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Tubará

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Tubará (18)				
		ID 179812				
		21/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	14:00	7,89	2,60	1098,0	28,30	8,889
Alícuota 2	14:30	7,69	2,85	1093,0	28,60	8,475
Alícuota 3	15:00	7,77	2,45	1392,5	29,60	8,230
Alícuota 4	15:30	7,78	2,85	1391,5	29,45	7,246
Alícuota 5	16:00	7,82	2,65	1281,5	29,45	10,101
Rangos	**Máximo**	**7,89**	**2,85**	**1392,5**	**29,60**	**10,10**
	Mínimo	**7,69**	**2,45**	**1093,0**	**28,30**	**7,25**
	Promedio	**7,79**	**2,68**	**1251,3**	**29,08**	**8,59**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 25. Mediciones en campo – Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30)

Alícuotas	Hora	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30) (21)				
		ID 179815				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:50	7,67	3,15	510,0	29,40	0,37
Alícuota 2	10:20	7,30	3,30	461,0	29,60	0,37
Alícuota 3	10:50	7,45	3,45	454,0	29,80	0,37
Alícuota 4	11:20	7,37	3,15	495,0	30,00	0,37
Alícuota 5	11:50	7,53	3,05	457,0	29,90	0,37
Rangos	**Máximo**	**7,67**	**3,45**	**510,0**	**30,00**	**0,37**
	Mínimo	**7,30**	**3,05**	**454,0**	**29,40**	**0,37**
	Promedio	**7,46**	**3,22**	**475,4**	**29,74**	**0,37**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 26. Mediciones en campo – Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9A Cruz de Mayo)

Alícuotas	Hora	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9A Cruz de Mayo) (22)				
		ID 179817				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:30	7,58	1,15	689,0	30,90	0,02
Alícuota 2	10:00	7,49	1,30	689,0	31,00	0,02
Alícuota 3	10:30	7,46	1,15	677,0	31,20	0,02
Alícuota 4	11:00	7,51	1,35	669,0	31,10	0,02
Alícuota 5	11:30	7,49	1,20	662,5	31,25	0,02
Rangos	**Máximo**	**7,58**	**1,35**	**689,0**	**31,25**	**0,02**
	Mínimo	**7,46**	**1,15**	**662,5**	**30,90**	**0,02**
	Promedio	**7,50**	**1,23**	**677,3**	**31,09**	**0,02**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 27. Mediciones en campo – Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer)

Alícuotas	Hora	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer) (23)				
		ID 179819				
		21/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:00	7,20	1,80	563,0	30,30	44,00
Alícuota 2	11:30	7,33	1,70	559,5	30,50	44,00
Alícuota 3	12:00	7,27	1,70	544,0	30,50	44,00
Alícuota 4	12:30	7,37	1,65	554,0	30,50	44,00
Alícuota 5	13:00	7,23	1,80	559,0	30,60	44,00
Rangos	**Máximo**	**7,37**	**1,80**	**563,0**	**30,60**	**44,00**
	Mínimo	**7,20**	**1,65**	**544,0**	**30,30**	**44,00**
	Promedio	**7,28**	**1,73**	**555,9**	**30,48**	**44,00**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 28. Mediciones en campo EDAR - SUAN

Alícuotas	Hora	EDAR - SUAN (24)				
		ID 179821				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	8,61	6,80	1482,0	35,00	-
Alícuota 2	10:30	7,50	6,30	1301,0	31,00	-
Alícuota 3	11:00	8,34	5,90	1306,0	31,00	-
Alícuota 4	11:30	8,32	5,90	1212,0	32,00	-
Alícuota 5	12:00	7,33	5,90	1310,0	32,00	-
Rangos	**Máximo**	**8,61**	**6,80**	**1482,0**	**35,00**	**-**
	Mínimo	**7,33**	**5,90**	**1212,0**	**31,00**	**-**
	Promedio	**8,02**	**6,16**	**1322,2**	**32,20**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 29. Mediciones en campo – Descarga -AAA Puerto Colombia

Alícuotas	Hora	Descarga - AAA Puerto Colombia (27)				
		ID 179824				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	7,99	0,70	205,5	35,00	-
Alícuota 2	10:30	8,30	0,75	274,5	33,00	-
Alícuota 3	11:00	7,63	0,85	257,5	31,00	-
Alícuota 4	11:30	7,86	0,85	284,5	32,00	-
Alícuota 5	12:00	7,59	0,95	254,5	32,00	-
Rangos	**Máximo**	**8,30**	**0,95**	**284,5**	**35,00**	**-**
	Mínimo	**7,59**	**0,70**	**205,5**	**31,00**	**-**
	Promedio	**7,87**	**0,82**	**255,3**	**32,60**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 30. Mediciones en campo – Aguas Abajo -AAA Puerto Colombia

Alícuotas	Hora	Aguas Abajo - AAA Puerto Colombia (28)				
		ID 179825				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:30	8,33	1,20	342,5	33,00	0,399
Alícuota 2	11:00	8,34	1,25	404,5	31,00	0,396
Alícuota 3	11:30	8,42	1,35	458,2	31,00	0,384
Alícuota 4	12:00	8,24	1,55	468,5	33,00	0,402
Alícuota 5	12:30	7,67	1,45	385,5	32,00	0,403
Rangos	**Máximo**	**8,42**	**1,55**	**468,5**	**33,00**	**0,403**
	Mínimo	**7,67**	**1,20**	**342,5**	**31,00**	**0,384**
	Promedio	**8,20**	**1,36**	**411,8**	**32,00**	**0,397**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 31. Mediciones en campo – Punto 2 Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 2 Ponedera (29)				
		ID 179828				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	13:00	6,70	2,02	84,45	28,88	-
Alícuota 2	13:30	8,83	0,81	85,56	29,20	-
Alícuota 3	14:00	6,16	2,84	99,06	28,05	-
Alícuota 4	14:30	6,53	2,07	95,68	30,38	-
Alícuota 5	15:00	6,13	1,88	99,62	30,13	-
Rangos	**Máximo**	**8,83**	**2,84**	**99,62**	**30,38**	-
	Mínimo	**6,13**	**0,81**	**84,45**	**28,05**	-
	Promedio	**6,87**	**1,92**	**92,87**	**29,33**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 32. Mediciones en campo – Punto 2 A. Arriba Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 2 A. Arriba Ponedera (30)				
		ID 179829				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	13:30	6,69	3,60	87,60	29,30	78617,81
Alícuota 2	14:00	8,23	1,23	81,72	30,23	87101,40
Alícuota 3	14:30	6,56	0,22	105,71	29,07	85818,62
Alícuota 4	15:00	8,42	0,66	81,86	30,08	84732,47
Alícuota 5	15:30	7,35	2,50	109,46	30,35	93966,36
Rangos	**Máximo**	**8,42**	**3,60**	**109,46**	**30,35**	**93966,36**
	Mínimo	**6,56**	**0,22**	**81,72**	**29,07**	**78617,81**
	Promedio	**7,45**	**1,64**	**93,27**	**29,81**	**86047,33**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 33. Mediciones en campo – Punto 2 A. Abajo Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 2 A. Abajo Ponedera (31)				
		ID 179830				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	14:00	6,82	3,13	89,48	29,68	85990,28
Alícuota 2	14:30	7,38	2,98	106,23	29,23	84457,06
Alícuota 3	15:00	8,43	0,85	83,37	29,23	99649,52
Alícuota 4	15:30	8,83	2,79	91,06	28,40	94419,91
Alícuota 5	16:00	8,74	3,55	96,70	28,90	86714,41
Rangos	**Máximo**	**8,83**	**3,55**	**106,23**	**29,68**	**99649,52**
	Mínimo	**6,82**	**0,85**	**83,37**	**28,40**	**84457,06**
	Promedio	**8,04**	**2,66**	**93,37**	**29,09**	**90246,24**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 34. Mediciones en campo – Punto 3 Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 3 Ponedera (32)				
		ID 179831				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	14:30	6,21	1,80	81,14	30,64	-
Alícuota 2	15:00	6,89	1,09	94,83	28,85	-
Alícuota 3	15:30	7,01	2,47	81,46	29,31	-
Alícuota 4	16:00	8,96	0,15	107,80	29,51	-
Alícuota 5	16:30	6,41	2,93	90,61	30,00	-
Rangos	**Máximo**	**8,96**	**2,93**	**107,80**	**30,64**	**-**
	Mínimo	**6,21**	**0,15**	**81,14**	**28,85**	**-**
	Promedio	**7,10**	**1,69**	**91,17**	**29,66**	**-**

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 35. Mediciones en campo – Punto 3 A. Arriba Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 3 A. Arriba Ponedera (33)				
		ID 179832				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:00	8,84	2,15	93,80	30,53	112817,21
Alícuota 2	15:30	6,28	0,41	106,18	28,98	140048,66
Alícuota 3	16:00	6,00	3,63	83,34	30,87	124872,15
Alícuota 4	16:30	8,56	0,75	88,26	30,45	133359,29
Alícuota 5	17:00	7,21	2,90	99,19	28,14	131481,00
Rangos	**Máximo**	**8,84**	**3,63**	**106,18**	**30,87**	**140048,66**
	Mínimo	**6,00**	**0,41**	**83,34**	**28,14**	**112817,21**
	Promedio	**7,38**	**1,97**	**94,15**	**29,79**	**128515,66**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 36. Mediciones en campo – Punto 3 A. Abajo Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 3 A. Abajo Ponedera (34)				
		ID 179833				
		19/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:30	7,60	2,11	99,19	28,05	118404,04
Alícuota 2	16:00	8,68	2,48	84,29	30,24	113405,06
Alícuota 3	16:30	8,50	1,38	94,98	29,05	137874,53
Alícuota 4	17:00	8,68	3,07	99,34	29,85	131825,52
Alícuota 5	17:30	6,37	0,73	101,59	29,44	129353,23
Rangos	**Máximo**	**8,68**	**3,07**	**101,59**	**30,24**	**137874,53**
	Mínimo	**6,37**	**0,73**	**84,29**	**28,05**	**113405,06**
	Promedio	**7,97**	**1,95**	**95,88**	**29,33**	**126172,48**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 37. Mediciones en campo – Punto 1 A. Arriba Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 1 A. Arriba Ponedera (35)				
		ID 179834				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	6:00	6,35	2,68	97,97	29,89	96688,45
Alícuota 2	6:30	8,91	3,69	98,32	29,33	98509,21
Alícuota 3	7:00	6,19	2,75	86,58	29,02	101777,66
Alícuota 4	7:30	8,11	2,33	101,80	29,18	88244,40
Alícuota 5	8:00	7,67	2,64	82,70	30,78	96733,27
Rangos	**Máximo**	**8,91**	**3,69**	**101,80**	**30,78**	**101777,66**
	Mínimo	**6,19**	**2,33**	**82,70**	**29,02**	**88244,40**
	Promedio	**7,45**	**2,82**	**93,47**	**29,64**	**96390,60**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 38. Mediciones en campo – Punto 1 A. Abajo Ponedera

Alícuotas	Hora	Punto 1 A. Abajo Ponedera (36)				
		ID 179835				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:00	7,57	3,70	103,50	30,83	101175,27
Alícuota 2	7:30	6,31	2,55	92,41	30,85	109677,32
Alícuota 3	8:00	7,99	2,46	84,27	28,91	86041,61
Alícuota 4	8:30	8,36	0,68	108,25	29,03	92833,27
Alícuota 5	9:00	7,01	0,16	107,67	28,88	99261,97
Rangos	**Máximo**	**8,36**	**3,70**	**108,25**	**30,85**	**109677,32**
	Mínimo	**6,31**	**0,16**	**84,27**	**28,88**	**86041,61**
	Promedio	**7,45**	**1,91**	**99,22**	**29,70**	**97797,89**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 39. Mediciones en campo – Vertimiento Sabanagrande

Alícuotas	Hora	Vertimiento Sabanagrande (37)				
		ID 179836				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:00	6,17	2,29	77,83	29,70	-
Alícuota 2	15:30	6,91	3,06	81,86	28,10	-
Alícuota 3	16:00	6,89	3,19	85,56	28,40	-
Alícuota 4	16:30	6,81	2,17	89,22	28,60	-
Alícuota 5	17:00	6,97	2,19	88,22	28,90	-
Rangos	**Máximo**	**6,97**	**3,19**	**89,22**	**29,70**	-
	Mínimo	**6,17**	**2,17**	**77,83**	**28,10**	-
	Promedio	**6,75**	**2,58**	**84,54**	**28,74**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 40. Mediciones en campo – Vertimiento Sabanagrande A. Arriba

Alícuotas	Hora	Vertimiento Sabanagrande A. Arriba (38)				
		ID 179837				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:30	6,06	2,19	79,55	28,30	6503,474
Alícuota 2	16:00	6,53	3,83	85,80	28,90	8090,143
Alícuota 3	16:30	6,01	3,31	78,29	29,30	8593,997
Alícuota 4	17:00	6,15	3,65	78,69	29,50	7662,527
Alícuota 5	17:30	6,23	3,10	86,71	29,20	6658,145
Rangos	**Máximo**	**6,53**	**3,83**	**86,71**	**29,50**	**8593,997**
	Mínimo	**6,01**	**2,19**	**78,29**	**28,30**	**6503,474**
	Promedio	**6,20**	**3,22**	**81,81**	**29,04**	**7501,657**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 41. Mediciones en campo – Vertimiento Sabanagrande A Abajo

Alícuotas	Hora	Vertimiento Sabanagrande Abajo (39)				
		ID 179838				
		20/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	16:00	6,11	2,60	88,68	28,70	5706,59
Alícuota 2	16:30	6,29	3,13	76,42	30,00	4570,69
Alícuota 3	17:00	6,27	2,82	80,15	29,80	5433,77
Alícuota 4	17:30	6,52	3,60	80,40	28,10	6535,52
Alícuota 5	18:00	6,14	2,02	84,33	28,30	3964,90
Rangos	**Máximo**	**6,52**	**3,60**	**88,68**	**30,00**	**6535,52**
	Mínimo	**6,11**	**2,02**	**76,42**	**28,10**	**3964,90**
	Promedio	**6,27**	**2,83**	**82,00**	**28,98**	**5242,29**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 42. Mediciones en campo – EBAR El Porvenir

Alícuotas	Hora	EBAR El Porvenir (40)				
		ID 179839				
		21/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	6,00	5,60	67,32	27,30	627,00
Alícuota 2	10:30	6,60	5,40	68,40	27,40	627,30
Alícuota 3	11:00	7,00	5,20	66,50	27,40	630,20
Alícuota 4	11:30	6,20	5,00	68,60	27,10	629,60
Alícuota 5	12:00	6,50	5,30	67,50	27,80	640,30
Rangos	**Máximo**	**7,00**	**5,60**	**68,60**	**27,80**	**640,30**
	Mínimo	**6,00**	**5,00**	**66,50**	**27,10**	**627,00**
	Promedio	**6,46**	**5,30**	**67,66**	**27,40**	**630,88**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 43. Mediciones en campo – Vertimiento AAA Calle 73

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Calle 73 (41)				
		ID 179840				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	8,52	4,23	307,50	31,25	-
Alícuota 2	10:30	8,47	4,35	313,50	31,30	-
Alícuota 3	11:00	8,57	4,45	316,50	31,45	-
Alícuota 4	11:50	8,45	4,58	313,00	31,20	-
Alícuota 5	12:20	8,41	4,29	316,50	31,25	-
Rangos	**Máximo**	**8,57**	**4,58**	**316,50**	**31,45**	-
	Mínimo	**8,41**	**4,23**	**307,50**	**31,20**	-
	Promedio	**8,48**	**4,38**	**313,40**	**31,29**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 44. Mediciones en campo – Salida PTAR AAA Mallorquín

Alícuotas	Hora	Salida PTAR AAA Mallorquín (42)				
		ID 179841				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:10	7,63	4,40	1855,50	29,50	-
Alícuota 2	7:40	7,64	4,65	1839,50	29,50	-
Alícuota 3	8:10	7,47	4,30	1833,50	29,40	-
Alícuota 4	8:40	7,55	4,65	1847,00	29,75	-
Alícuota 5	9:10	7,64	4,25	1842,50	29,55	-
Rangos	**Máximo**	**7,64**	**4,65**	**1855,50**	**29,75**	-
	Mínimo	**7,47**	**4,25**	**1833,50**	**29,40**	-
	Promedio	**7,59**	**4,45**	**1843,60**	**29,54**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 45. Mediciones en campo – Vertimiento AQSUR Luruaco

Alícuotas	Hora	Vertimiento AQSUR Luruaco (43)				
		ID 179842				
		28/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	8,85	6,55	1777,00	33,65	1,912
Alícuota 2	10:30	8,88	6,51	1775,00	32,85	1,838
Alícuota 3	11:00	7,41	6,47	1735,00	31,95	1,908
Alícuota 4	11:50	7,56	6,79	1695,50	31,85	1,736
Alícuota 5	12:20	7,33	6,55	1713,00	32,15	2,012
Rangos	**Máximo**	**8,88**	**6,79**	**1777,00**	**33,65**	**2,012**
	Mínimo	**7,33**	**6,47**	**1695,50**	**31,85**	**1,736**
	Promedio	**8,01**	**6,57**	**1739,10**	**32,49**	**1,881**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 46. Mediciones en campo – Calle 11 Carrera 16

Alícuotas	Hora	Calle 11 Carrera 16 (45)				
		ID 179844				
		25/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:00	6,65	4,30	78,4	28,10	-
Alícuota 2	7:30	6,32	4,20	80,3	28,40	-
Alícuota 3	8:00	6,54	4,20	78,5	28,10	-
Alícuota 4	8:30	6,45	4,20	79,4	28,40	-
Alícuota 5	9:00	6,43	4,30	87,3	28,40	-
Rangos	**Máximo**	**6,65**	**4,30**	**87,3**	**28,40**	-
	Mínimo	**6,32**	**4,20**	**78,4**	**28,10**	-
	Promedio	**6,48**	**4,24**	**80,78**	**28,28**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 47. Mediciones en campo – Calle 22 Carrera 13

Alícuotas	Hora	Calle 22 Carrera 13 (46)				
		ID 179845				
		25/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	6,32	3,50	67,4	28,10	0,146
Alícuota 2	10:30	6,11	3,60	68,4	28,40	0,156
Alícuota 3	11:00	6,10	3,70	69,4	28,10	0,153
Alícuota 4	11:30	6,09	3,40	69,3	28,40	0,161
Alícuota 5	12:00	6,02	3,20	70,2	28,40	0,173
Rangos	**Máximo**	**6,32**	**3,70**	**70,2**	**28,40**	**0,173**
	Mínimo	**6,02**	**3,20**	**67,4**	**28,10**	**0,146**
	Promedio	**6,13**	**3,48**	**68,94**	**28,28**	**0,158**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 48. Mediciones en campo – Carrera 14F Calle 53

Alícuotas	Hora	Carrera 14F Calle 53 (47)				
		ID 179846				
		26/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:00	6,70	3,00	86,3	26,20	-
Alícuota 2	7:30	6,75	4,00	98,1	26,00	-
Alícuota 3	8:00	6,93	3,20	99,6	26,80	-
Alícuota 4	8:30	6,49	3,30	83,0	26,80	-
Alícuota 5	9:00	6,63	4,00	95,4	26,60	-
Rangos	**Máximo**	**6,93**	**4,00**	**99,6**	**26,80**	-
	Mínimo	**6,49**	**3,00**	**83,0**	**26,00**	-
	Promedio	**6,70**	**3,50**	**92,48**	**26,48**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 49. Mediciones en campo – Calle 58 Carrera 15D

Alícuotas	Hora	Calle 58 Carrera 15D (48)				
		ID 179847				
		26/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:00	6,63	3,90	92,6	26,90	1080,868
Alícuota 2	9:30	6,32	3,50	98,2	26,60	1084,932
Alícuota 3	10:00	6,92	3,00	80,9	26,70	1107,838
Alícuota 4	10:30	6,29	3,90	95,7	26,40	1114,254
Alícuota 5	11:00	6,01	4,00	94,9	26,90	1112,107
Rangos	**Máximo**	**6,92**	**4,00**	**98,2**	**26,90**	**1114,254**
	Mínimo	**6,01**	**3,00**	**80,9**	**26,40**	**1080,868**
	Promedio	**6,43**	**3,66**	**92,46**	**26,70**	**1100,000**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 50. Mediciones en campo – Carrera 8A Murillo

Alícuotas	Hora	Carrera 8A Murillo (49)				
		ID 179848				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	6:00	6,26	2,50	110,0	27,50	-
Alícuota 2	6:30	6,17	2,50	102,9	27,80	-
Alícuota 3	7:00	6,49	2,00	106,0	27,70	-
Alícuota 4	7:30	6,78	2,30	108,0	27,00	-
Alícuota 5	8:00	6,29	2,50	108,4	27,40	-
Rangos	**Máximo**	**6,78**	**2,50**	**110,0**	**27,80**	-
	Mínimo	**6,17**	**2,00**	**102,9**	**27,00**	-
	Promedio	**6,40**	**2,36**	**107,06**	**27,48**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 51. Mediciones en campo – Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D)

Alícuotas	Hora	Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D) (50)				
		ID 179849				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	6,51	2,40	106,3	27,20	-
Alícuota 2	10:30	6,89	2,70	103,3	27,70	-
Alícuota 3	11:00	6,35	2,40	104,2	27,50	-
Alícuota 4	11:30	6,07	2,90	107,6	27,90	-
Alícuota 5	12:00	6,06	2,00	107,9	27,70	-
Rangos	**Máximo**	**6,89**	**2,90**	**107,9**	**27,90**	-
	Mínimo	**6,06**	**2,00**	**103,3**	**27,20**	-
	Promedio	**6,38**	**2,48**	**105,86**	**27,60**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 52. Mediciones en campo – Aguas arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi

Alícuotas	Hora	Aguas arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi (51)				
		ID 179850				
		28/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	6:00	7,27	3,60	79,9	28,60	0,156
Alícuota 2	6:30	7,46	4,80	94,9	28,50	0,148
Alícuota 3	7:00	7,44	4,40	87,7	28,90	0,153
Alícuota 4	7:30	7,39	4,70	86,3	27,70	0,147
Alícuota 5	8:00	7,13	3,10	79,0	27,30	0,144
Rangos	**Máximo**	**7,46**	**4,80**	**94,9**	**28,90**	**0,156**
	Mínimo	**7,13**	**3,10**	**79,0**	**27,30**	**0,144**
	Promedio	**7,34**	**4,12**	**85,56**	**28,20**	**0,150**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 53. Mediciones en campo – Punto Descarga Santo Tomas

Alícuotas	Hora	Punto Descarga Santo Tomas (52)				
		ID 179851				
		26/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	13:00	7,67	0,60	768,0	31,10	41,66
Alícuota 2	13:30	7,22	0,70	743,5	31,40	37,59
Alícuota 3	14:00	7,56	0,50	788,0	31,20	42,37
Alícuota 4	14:30	7,98	0,60	760,0	31,80	38,46
Alícuota 5	15:00	7,33	0,70	758,0	31,60	39,06
Rangos	**Máximo**	**7,98**	**0,70**	**788,0**	**31,80**	**42,37**
	Mínimo	**7,22**	**0,50**	**743,5**	**31,10**	**37,59**
	Promedio	**7,55**	**0,62**	**763,50**	**31,42**	**39,83**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 54. Mediciones en campo – Punto De Descarga Baranoa

Alícuotas	Hora	Punto De Descarga Baranoa (55)				
		ID 179854				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:00	7,41	4,20	707,5	29,75	37,31
Alícuota 2	11:30	7,85	3,30	730,0	30,05	40,00
Alícuota 3	12:00	7,92	5,20	756,0	30,40	35,71
Alícuota 4	12:30	7,12	4,20	799,0	31,70	31,25
Alícuota 5	13:00	7,60	5,10	744,0	31,35	38,16
Rangos	**Máximo**	**7,92**	**5,20**	**799,0**	**31,70**	**40,00**
	Mínimo	**7,12**	**3,30**	**707,5**	**29,75**	**31,25**
	Promedio	**7,58**	**4,40**	**747,30**	**30,65**	**36,49**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 55. Mediciones en campo – Punto Descarga Galapa

Alícuotas	Hora	Punto Descarga Galapa (58)				
		ID 179857				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	8:00	7,67	0,20	845,5	29,75	48,54
Alícuota 2	8:30	7,55	0,30	876,0	29,10	50,00
Alícuota 3	9:00	7,98	0,20	832,0	29,40	44,64
Alícuota 4	9:30	7,77	0,20	833,0	29,70	47,62
Alícuota 5	10:00	7,27	0,30	812,0	29,40	45,87
Rangos	**Máximo**	**7,98**	**0,30**	**876,0**	**29,75**	**50,00**
	Mínimo	**7,27**	**0,20**	**812,0**	**29,10**	**44,64**
	Promedio	**7,65**	**0,24**	**839,70**	**29,47**	**47,33**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 56. Mediciones en campo – Punto Descarga Palmar

Alícuotas	Hora	Punto Descarga Palmar (61)				
		ID 179860				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	14:30	7,32	5,30	710,0	29,60	18,18
Alícuota 2	15:00	7,67	5,10	786,0	30,10	19,42
Alícuota 3	15:30	8,01	4,90	745,0	30,40	16,39
Alícuota 4	16:00	7,89	5,20	755,0	30,30	11,76
Alícuota 5	16:30	7,90	4,20	722,0	30,20	18,69
Rangos	**Máximo**	**8,01**	**5,30**	**786,0**	**30,40**	**19,42**
	Mínimo	**7,32**	**4,20**	**710,0**	**29,60**	**11,76**
	Promedio	**7,76**	**4,94**	**743,60**	**30,12**	**16,89**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 57. Mediciones en campo – Punto De Descarga Sabanalarga Sur

Alícuotas	Hora	Punto De Descarga Sabanalarga Sur (64)				
		ID 179863				
		28/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	8:00	7,20	0,50	821,0	29,40	36,84
Alícuota 2	8:30	7,38	0,30	801,0	29,10	41,18
Alícuota 3	9:00	7,62	0,50	783,0	30,00	50,00
Alícuota 4	9:30	7,55	0,30	798,0	30,20	38,89
Alícuota 5	10:00	7,15	0,50	774,0	30,30	58,33
Rangos	**Máximo**	**7,62**	**0,50**	**821,0**	**30,30**	**58,33**
	Mínimo	**7,15**	**0,30**	**774,0**	**29,10**	**36,84**
	Promedio	**7,38**	**0,42**	**795,40**	**29,80**	**45,05**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 58. Mediciones en campo - Punto Descarga Sabanalarga Norte

Alícuotas	Hora	Punto Descarga Sabanalarga Norte (67)				
		ID 179866				
		28/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:00	7,81	0,20	802,0	28,80	53,84
Alícuota 2	15:30	7,29	0,70	827,0	29,00	50,00
Alícuota 3	16:00	7,40	0,40	800,0	30,20	58,33
Alícuota 4	16:30	7,33	0,50	845,0	31,20	46,67
Alícuota 5	17:00	7,22	0,20	820,0	31,30	53,85
Rangos	**Máximo**	**7,81**	**0,70**	**845,0**	**31,30**	**58,33**
	Mínimo	**7,22**	**0,20**	**800,0**	**28,80**	**46,67**
	Promedio	**7,41**	**0,40**	**818,80**	**30,10**	**52,54**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 59. Mediciones en campo - Punto De Descarga Los Halcones

Alícuotas	Hora	Punto De Descarga Los Halcones (70)				
		ID 179869				
		31/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:00	7,77	0,20	845,0	29,70	5,88
Alícuota 2	15:30	8,02	0,10	870,0	30,10	4,88
Alícuota 3	16:00	8,58	0,10	833,0	30,80	4,35
Alícuota 4	16:30	8,11	0,20	867,0	31,10	6,06
Alícuota 5	17:00	7,99	0,20	819,0	31,80	5,13
Rangos	**Máximo**	**8,58**	**0,20**	**870,0**	**31,80**	**6,06**
	Mínimo	**7,77**	**0,10**	**819,0**	**29,70**	**4,35**
	Promedio	**8,09**	**0,16**	**846,80**	**30,70**	**5,26**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 60. Mediciones en campo - Punto De Descarga EBAR

Alícuotas	Hora	Punto De Descarga EBAR (73)				
		ID 179872				
		31/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:30	8,42	0,20	383,0	30,10	4,88
Alícuota 2	16:00	8,12	0,20	367,0	30,10	5,13
Alícuota 3	16:30	7,89	0,10	397,0	30,70	5,71
Alícuota 4	17:00	8,31	0,10	322,0	30,40	4,98
Alícuota 5	17:30	7,99	0,20	355,0	30,30	4,65
Rangos	**Máximo**	**8,42**	**0,20**	**397,0**	**30,70**	**5,71**
	Mínimo	**7,89**	**0,10**	**322,0**	**30,10**	**4,65**
	Promedio	**8,15**	**0,16**	**364,80**	**30,32**	**5,07**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 61. Mediciones en campo - Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa

Alícuotas	Hora	Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa (76)				
		ID 179875				
		1/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	8:30	7,87	3,40	543,5	32,25	0,321
Alícuota 2	9:00	7,76	3,70	546,5	31,35	0,327
Alícuota 3	9:30	7,41	3,50	531,5	31,55	0,310
Alícuota 4	10:00	7,56	3,40	517,0	31,55	0,328
Alícuota 5	10:30	7,33	3,20	544,0	31,35	0,292
Rangos	**Máximo**	**7,87**	**3,70**	**546,5**	**32,25**	**0,328**
	Mínimo	**7,33**	**3,20**	**517,0**	**31,35**	**0,292**
	Promedio	**7,58**	**3,41**	**536,50**	**31,61**	**0,316**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 62. Mediciones en campo - Vertimiento Silicar

Alícuotas	Hora	Vertimiento Silicar (77)				
		ID 179876				
		1/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:20	8,70	4,20	744,0	31,15	0,617
Alícuota 2	11:50	7,76	3,90	754,5	31,60	0,635
Alícuota 3	12:20	7,41	3,60	763,0	30,85	0,580
Alícuota 4	12:50	7,56	4,00	758,0	31,00	0,565
Alícuota 5	13:20	7,33	4,20	738,5	30,70	0,639
Rangos	**Máximo**	**8,70**	**4,20**	**763,0**	**31,60**	**0,639**
	Mínimo	**7,33**	**3,60**	**738,5**	**30,70**	**0,565**
	Promedio	**7,75**	**3,94**	**751,60**	**31,06**	**0,607**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 63. Mediciones en campo - Salida sistema de tratamiento ARD Grupo Aeroportuario

Alícuotas	Hora	Salida sistema de tratamiento ARD Grupo Aeroportuario (78)				
		ID 179879				
		4/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	7,56	2,50	827,5	28,45	0,229
Alícuota 2	10:30	7,24	2,90	888,0	29,30	0,217
Alícuota 3	11:00	7,32	2,55	926,5	30,60	0,212
Alícuota 4	11:30	7,41	2,75	915,0	29,35	0,210
Alícuota 5	12:00	7,19	2,20	859,0	28,65	0,198
Rangos	**Máximo**	**7,56**	**2,90**	**926,5**	**30,60**	**0,229**
	Mínimo	**7,19**	**2,20**	**827,5**	**28,45**	**0,198**
	Promedio	**7,34**	**2,58**	**883,20**	**29,27**	**0,213**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 64. Mediciones en campo - Vertimiento AAA Polonuevo

Alícuotas	Hora	Vertimiento AAA Polonuevo (79)				
		ID 179880				
		8/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:40	7,95	2,50	621,5	27,85	0,787
Alícuota 2	12:10	7,87	2,15	620,0	27,85	0,730
Alícuota 3	12:40	7,84	2,20	622,5	27,85	0,787
Alícuota 4	13:10	7,93	2,45	629,5	27,70	0,641
Alícuota 5	13:40	8,13	2,35	614,5	28,15	0,702
Rangos	**Máximo**	**8,13**	**2,50**	**629,5**	**28,15**	**0,787**
	Mínimo	**7,84**	**2,15**	**614,5**	**27,70**	**0,641**
	Promedio	**7,94**	**2,33**	**621,60**	**27,88**	**0,729**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 65. Mediciones en campo - Vertimiento AQSUR Repelón

Alícuotas	Hora	Vertimiento AQSUR Repelón (80)				
		ID 179881				
		11/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	15:30	8,86	7,75	4,03	30,15	0,472
Alícuota 2	16:00	8,78	8,15	4,12	30,15	0,460
Alícuota 3	16:30	8,86	8,45	4,15	30,10	0,483
Alícuota 4	17:00	8,86	7,50	4,03	30,15	0,449
Alícuota 5	17:30	8,86	7,95	4,22	30,25	0,439
Rangos	**Máximo**	**8,86**	**8,45**	**4,2**	**30,25**	**0,483**
	Mínimo	**8,78**	**7,50**	**4,0**	**30,10**	**0,439**
	Promedio	**8,84**	**7,96**	**4,11**	**30,16**	**0,461**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 66. Mediciones en campo - Punto De Descarga DIMAR

Alícuotas	Hora	Punto De Descarga DIMAR (82)				
		ID 179885				
		1/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	12:00	7,80	0,40	761,00	31,20	0,3571
Alícuota 2	12:30	8,01	0,40	755,00	31,20	0,5000
Alícuota 3	13:00	7,57	0,20	782,00	32,00	0,4902
Alícuota 4	13:30	7,77	0,20	743,00	32,10	0,6667
Alícuota 5	14:00	7,42	0,40	789,00	32,00	0,4505
Rangos	**Máximo**	**8,01**	**0,40**	**789,0**	**32,10**	**0,6667**
	Mínimo	**7,42**	**0,20**	**743,0**	**31,20**	**0,3571**
	Promedio	**7,71**	**0,32**	**766,00**	**31,70**	**0,493**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 67. Mediciones en campo - Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral

Alícuotas	Hora	Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral (85)				
		ID 179888				
		2/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	12:00	7,77	0,40	822,00	29,01	900,69
Alícuota 2	12:30	7,45	0,20	837,00	29,15	932,60
Alícuota 3	13:00	7,58	0,60	822,00	29,55	1125,87
Alícuota 4	13:30	7,37	0,20	856,00	29,20	977,89
Alícuota 5	14:00	7,87	0,45	888,00	29,15	1062,93
Rangos	**Máximo**	**7,87**	**0,60**	**888,0**	**29,55**	**1125,8700**
	Mínimo	**7,37**	**0,20**	**822,0**	**29,01**	**900,6900**
	Promedio	**7,61**	**0,37**	**845,00**	**29,21**	**999,996**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 68. Salida de PTAR Steel City

Alícuotas	Hora	Salida de PTAR Steel City (88)				
		ID 179891				
		7/03/2023				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:00	7,90	9,90	3,19	28,15	0,227
Alícuota 2	7:30	7,72	9,80	3,21	28,20	0,218
Alícuota 3	8:00	7,31	9,90	4,04	28,55	0,204
Alícuota 4	8:30	7,44	8,90	4,01	28,70	0,231
Alícuota 5	9:00	7,22	7,70	3,91	28,85	0,188
Rangos	**Máximo**	**7,90**	**9,90**	**4,04**	**28,85**	**0,231**
	Mínimo	**7,22**	**7,70**	**3,19**	**28,15**	**0,188**
	Promedio	**7,52**	**9,24**	**3,67**	**28,49**	**0,214**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 69. Mediciones en campo - Planta de Galvess

Alícuotas	Hora	Planta de Galvess (89)				
		ID 179892				
		14/03/2023				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:50	8,46	6,30	1535,0	25,00	0,328
Alícuota 2	12:20	8,47	6,50	1531,0	25,00	0,348
Alícuota 3	12:50	8,43	6,70	1534,0	25,00	0,315
Alícuota 4	13:20	8,45	6,10	1536,0	25,00	0,306
Alícuota 5	13:50	8,37	5,90	1529,0	25,00	0,310
Rangos	**Máximo**	**8,47**	**6,70**	**1536,0**	**25,00**	**0,348**
	Mínimo	**8,37**	**5,90**	**1529,0**	**25,00**	**0,306**
	Promedio	**8,44**	**6,30**	**1533,00**	**25,00**	**0,321**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 70. Mediciones en campo - P1

Alícuotas	Hora	P1 (90)				
		ID 179893				
		2/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:45	7,65	2,80	1195,5	29,35	0,0409
Alícuota 2	11:15	7,61	2,55	1208,5	29,35	0,0387
Alícuota 3	11:45	7,68	2,70	1143,5	29,75	0,0342
Alícuota 4	12:15	4,60	2,65	1166,5	30,05	0,0377
Alícuota 5	12:45	7,66	2,55	1176,5	30,85	0,0371
Rangos	**Máximo**	**7,68**	**2,80**	**1208,5**	**30,85**	**0,0409**
	Mínimo	**4,60**	**2,55**	**1143,5**	**29,35**	**0,0342**
	Promedio	**7,04**	**2,65**	**1178,10**	**29,87**	**0,0377**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 71. Mediciones en campo - Aguas Arriba Planta de Galvess

Alícuotas	Hora	Aguas Arriba Planta de Galvess (91)				
		ID 179894				
		14/03/2023				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:30	8,49	6,10	1234,0	25,00	0,333
Alícuota 2	12:00	8,47	6,30	1341,5	25,00	0,349
Alícuota 3	12:30	8,43	6,50	1531,0	25,00	0,365
Alícuota 4	13:00	8,45	6,20	1530,0	25,00	0,327
Alícuota 5	13:30	8,37	5,97	1529,0	25,00	0,311
Rangos	**Máximo**	**8,49**	**6,50**	**1531,0**	**25,00**	**0,365**
	Mínimo	**8,37**	**5,97**	**1234,0**	**25,00**	**0,311**
	Promedio	**8,44**	**6,21**	**1433,10**	**25,00**	**0,337**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 72. Mediciones en campo - Aguas Abajo Planta de Galvess

Alícuotas	Hora	Aguas Abajo Planta de Galvess (92)				
		ID 179895				
		14/03/2023				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	12:00	8,41	6,10	1228,0	25,00	0,330
Alícuota 2	12:30	8,45	5,90	1321,0	25,00	0,349
Alícuota 3	13:00	8,41	6,10	1426,0	25,00	0,301
Alícuota 4	13:30	8,45	6,30	1428,0	25,00	0,326
Alícuota 5	14:00	8,39	6,12	1431,0	25,00	0,291
Rangos	**Máximo**	**8,45**	**6,30**	**1431,0**	**25,00**	**0,349**
	Mínimo	**8,39**	**5,90**	**1228,0**	**25,00**	**0,291**
	Promedio	**8,42**	**6,10**	**1366,80**	**25,00**	**0,319**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 73. Mediciones en campo - Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA

Alícuotas	Hora	Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan – AAA (93)				
		ID 179904				
		8/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:00	8,14	3,45	358,5	28,50	-
Alícuota 2	11:30	8,11	3,85	362,5	32,50	-
Alícuota 3	12:00	8,13	4,30	389,5	31,50	-
Alícuota 4	12:30	8,20	4,75	403,5	33,50	-
Alícuota 5	13:00	7,82	4,90	415,5	32,00	-
Rangos	**Máximo**	**8,20**	**4,90**	**415,5**	**33,50**	-
	Mínimo	**7,82**	**3,45**	**358,5**	**28,50**	-
	Promedio	**8,08**	**4,25**	**385,90**	**31,60**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 74. Mediciones en campo - Aguas Arriba Descarga Caño Al Río - AAA

Alícuotas	Hora	Aguas Arriba Descarga Caño Al Río – AAA (94)				
		ID 179905				
		8/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	8:00	8,09	4,25	359,5	28,50	-
Alícuota 2	8:30	8,21	4,65	364,5	33,50	-
Alícuota 3	9:00	8,53	5,10	381,5	31,50	-
Alícuota 4	9:30	8,24	5,75	401,5	31,50	-
Alícuota 5	10:00	7,82	5,80	420,5	32,00	-
Rangos	**Máximo**	**8,53**	**5,80**	**420,5**	**33,50**	-
	Mínimo	**7,82**	**4,25**	**359,5**	**28,50**	-
	Promedio	**8,17**	**5,11**	**385,50**	**31,40**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 75. Mediciones en campo - Salida PTAR-CACOM

Alícuotas	Hora	Salida PTAR-CACOM (95)				
		ID 179906				
		31/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	8:00	7,97	4,10	797,5	32,00	0,340
Alícuota 2	8:30	8,24	4,25	878,5	31,00	0,326
Alícuota 3	9:00	7,55	4,25	933,5	32,00	0,328
Alícuota 4	9:30	7,96	4,35	828,5	33,00	0,325
Alícuota 5	10:00	7,36	4,35	819,5	33,00	0,334
Rangos	**Máximo**	**8,24**	**4,35**	**933,5**	**33,00**	**0,340**
	Mínimo	**7,36**	**4,10**	**797,5**	**31,00**	**0,325**
	Promedio	**7,81**	**4,26**	**851,50**	**32,20**	**0,331**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 76. Mediciones en campo - Aguas Arriba-CACOM

Alícuotas	Hora	Aguas Arriba-CACOM (96)				
		ID 179907				
		31/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:00	8,01	6,40	1432,0	33,00	0,246
Alícuota 2	9:30	7,51	6,20	1339,0	33,00	0,244
Alícuota 3	10:00	7,70	5,90	1258,0	31,00	0,245
Alícuota 4	10:30	7,49	5,85	1239,0	32,00	0,245
Alícuota 5	11:00	8,29	6,35	1299,5	31,00	0,248
Rangos	**Máximo**	**8,29**	**6,40**	**1432,0**	**33,00**	**0,248**
	Mínimo	**7,49**	**5,85**	**1239,0**	**31,00**	**0,244**
	Promedio	**7,80**	**6,14**	**1313,50**	**32,00**	**0,246**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 77. Mediciones en campo - Aguas Abajo-CACOM

Alícuotas	Hora	Aguas Abajo-CACOM (97)				
		ID 179908				
		31/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	8,00	4,50	1198,5	30,00	0,369
Alícuota 2	10:30	8,57	4,65	1272,5	32,00	0,352
Alícuota 3	11:00	8,17	4,65	1239,5	32,00	0,402
Alícuota 4	11:30	7,48	4,85	1334,5	31,00	0,381
Alícuota 5	12:00	8,16	4,85	1242,5	31,00	0,379
Rangos	**Máximo**	**8,57**	**4,85**	**1334,5**	**32,00**	**0,402**
	Mínimo	**7,48**	**4,50**	**1198,5**	**30,00**	**0,352**
	Promedio	**8,07**	**4,70**	**1257,50**	**31,20**	**0,377**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 78. Mediciones en campo - Descarga - INDUCOL S.A.

Alícuotas	Hora	Descarga - INDUCOL S.A. (98)				
		ID 179909				
		1/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:00	8,01	2,25	703,5	29,50	0,268
Alícuota 2	7:30	8,27	2,75	703,5	30,50	0,291
Alícuota 3	8:00	8,11	2,35	720,5	31,50	0,291
Alícuota 4	8:30	8,44	2,75	739,0	29,50	0,291
Alícuota 5	9:00	8,22	2,35	754,0	28,50	0,293
Rangos	**Máximo**	**8,44**	**2,75**	**754,0**	**31,50**	**0,293**
	Mínimo	**8,01**	**2,25**	**703,5**	**28,50**	**0,268**
	Promedio	**8,21**	**2,49**	**724,10**	**29,90**	**0,287**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 79. Mediciones en campo - Descarga - CELTA

Alícuotas	Hora	Descarga – CELTA (101)				
		ID 179912				
		1/11/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	12:00	7,94	5,90	1982,5	29,50	0,385
Alícuota 2	12:30	7,99	5,90	2023,5	32,50	0,393
Alícuota 3	13:00	8,30	6,00	1239,5	32,50	0,362
Alícuota 4	13:30	8,44	5,90	1272,5	32,50	0,395
Alícuota 5	14:00	7,49	5,90	1256,5	33,00	0,370
Rangos	**Máximo**	**8,44**	**6,00**	**2023,5**	**33,00**	**0,395**
	Mínimo	**7,49**	**5,90**	**1239,5**	**29,50**	**0,362**
	Promedio	**8,03**	**5,92**	**1554,90**	**32,00**	**0,381**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 80. Mediciones en campo - Vertimiento Barranquillita

Alícuotas	Hora	Vertimiento Barranquillita (103)				
		ID 179915				
		24/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	7:00	8,24	5,10	1702,0	30,50	-
Alícuota 2	7:30	8,44	5,80	1739,5	33,50	-
Alícuota 3	8:00	8,07	6,20	1750,5	31,50	-
Alícuota 4	8:30	7,65	6,30	1801,5	31,50	-
Alícuota 5	9:00	7,75	6,20	1873,5	32,00	-
Rangos	**Máximo**	**8,44**	**6,30**	**1873,5**	**33,50**	-
	Mínimo	**7,65**	**5,10**	**1702,0**	**30,50**	-
	Promedio	**8,03**	**5,92**	**1773,40**	**31,80**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 81. Mediciones en campo - Aguas Abajo Colector Mallorquín

Alícuotas	Hora	Aguas Abajo Colector Mallorquín (104)				
		ID 179916				
		24/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	9:00	8,33	4,10	1578,0	29,50	-
Alícuota 2	9:30	8,69	4,70	1659,5	33,50	-
Alícuota 3	10:00	9,04	4,80	1697,5	31,50	-
Alícuota 4	10:30	9,38	4,90	1795,5	31,50	-
Alícuota 5	11:00	8,96	4,10	1651,5	32,00	-
Rangos	**Máximo**	**9,38**	**4,90**	**1795,5**	**33,50**	-
	Mínimo	**8,33**	**4,10**	**1578,0**	**29,50**	-
	Promedio	**8,88**	**4,52**	**1676,40**	**31,60**	-

-: No se realizó medición de caudal por condiciones en el punto

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 82. Mediciones en campo - Descarga EDAR Campo de la Cruz

Alícuotas	Hora	Descarga EDAR Campo de la Cruz (105)				
		ID 179917				
		27/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	8:00	8,65	1,65	1343,0	31,50	0,378
Alícuota 2	8:30	8,61	1,95	1343,5	33,50	0,372
Alícuota 3	9:00	7,49	1,75	1263,5	32,50	0,385
Alícuota 4	9:30	8,17	2,35	1241,5	32,50	0,401
Alícuota 5	10:00	7,75	1,75	1268,5	32,00	0,399
Rangos	**Máximo**	**8,65**	**2,35**	**1343,5**	**33,50**	**0,401**
	Mínimo	**7,49**	**1,65**	**1241,5**	**31,50**	**0,372**
	Promedio	**8,13**	**1,89**	**1292,00**	**32,40**	**0,387**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 83. Mediciones en campo - Descarga - Aguas Del Sur - Manatí

Alícuotas	Hora	Descarga - Aguas Del Sur – Manatí (108)				
		ID 179920				
		28/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	10:00	7,85	1,25	2,60	32,50	0,392
Alícuota 2	10:30	8,24	1,35	2,69	32,50	0,352
Alícuota 3	11:00	8,25	1,55	2,90	32,50	0,371
Alícuota 4	11:30	7,92	1,65	3,06	31,50	0,378
Alícuota 5	12:00	8,23	1,85	3,12	31,50	0,387
Rangos	**Máximo**	**8,25**	**1,85**	**3,12**	**32,50**	**0,392**
	Mínimo	**7,85**	**1,25**	**2,60**	**31,50**	**0,352**
	Promedio	**8,09**	**1,53**	**2,87**	**32,10**	**0,376**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 84. Mediciones en campo - Aguas Abajo - Aguas Del Sur - Manatí

Alícuotas	Hora	Aguas Abajo - Aguas Del Sur – Manatí (109)				
		ID 179921				
		28/10/2022				
		pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad µs/cm	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
Alícuota 1	11:00	7,45	0,75	2,17	33,50	0,371
Alícuota 2	11:30	8,43	0,85	2,18	32,50	0,394
Alícuota 3	12:00	8,38	1,05	2,38	32,50	0,366
Alícuota 4	12:30	8,26	1,05	2,52	32,50	0,360
Alícuota 5	13:00	7,54	1,15	2,66	32,50	0,374
Rangos	**Máximo**	**8,43**	**1,15**	**2,66**	**33,50**	**0,394**
	Mínimo	**7,45**	**0,75**	**2,17**	**32,50**	**0,360**
	Promedio	**8,01**	**0,97**	**2,38**	**32,70**	**0,373**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Tabla 85. Comparación con la norma – *In situ*

COD	Puntos de monitoreo	pH (Unidades)	Temperatura (°C)	Resolución 0631 2015		Cumplimiento	
				pH (Art. 8)	Temperatura (Art. 5)	Resolución 0631 2015 (Art. 8)	Resolución 0631 2015 (Art. 5)
1	Vertimiento AAA Calle 76	8,23 - 8,40	29,10 - 29,65	6,00 – 9,00	40,00	Cumple	Cumple
2	Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita	8,11 - 8,25	28,75 - 29,80			Cumple	Cumple
3	Vertimiento AAA Calle 79	7,67 - 7,79	30,25 - 31,15			Cumple	Cumple
4	Vertimiento AAA Calle 85	8,26 - 8,44	29,15 - 29,60			Cumple	Cumple
5	Vertimiento AAA Las Flores	7,12 - 7,27	29,20 - 29,80			Cumple	Cumple
6	Vertimiento AAA Felicidad	7,50 - 7,75	30,45 - 31,35			Cumple	Cumple
7	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga	8,22 - 8,27	28,30 - 28,80			Cumple	Cumple
8	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo	8,28	28,30			Cumple	Cumple
9	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba	8,01	28,70			Cumple	Cumple
10	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Abajo	7,98	30,20			Cumple	Cumple
11	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100M Aguas Arriba	7,91	30,00			Cumple	Cumple
12	Zona Franca De Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto de descarga	7,88 - 8,47	29,90 - 30,30			Cumple	Cumple
13	Aguas del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto de descarga	7,45 - 8,28	29,35 - 30,60			Cumple	Cumple
14	Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. -Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo	7,98	30,20			Cumple	Cumple
15	Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	6,77 - 7,04	30,85 - 31,45			Cumple	Cumple
16	Cuerpo Receptor AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	6,98	30,25			Cumple	Cumple
17	Vertimiento Arroyo Juan De Acosta	7,75 - 7,81	29,45 - 29,75			Cumple	Cumple
18	Vertimiento AAA Tubará	7,69 - 7,89	28,30 - 29,60			Cumple	Cumple
19	Aguas Arriba AAA Tubará	8,04	28,20			Cumple	Cumple
20	Aguas Abajo AAA Tubará	8,15	28,65			Cumple	Cumple
21	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30)	7,30 - 7,67	29,40 - 30,00			Cumple	Cumple
22	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9A Cruz De Mayo)	7,46 - 7,58	30,90 - 31,25			Cumple	Cumple

COD	Puntos de monitoreo	pH (Unidades)	Temperatura (°C)	Resolución 0631 2015		Cumplimiento	
				pH (Art. 8)	Temperatura (Art. 5)	Resolución 0631 2015 (Art. 8)	Resolución 0631 2015 (Art. 5)
23	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer)	7,20 - 7,37	30,30 - 30,60			Cumple	Cumple
24	EDAR-Suan	7,33 - 8,61	31,00 - 35,00			Cumple	Cumple
25	Aguas Arriba- Suan	8,76	31,00			Cumple	Cumple
26	Aguas Abajo-Suan	8,52	33,00			Cumple	Cumple
27	Descarga - AAA Puerto Colombia	7,59 - 8,30	31,00 - 35,00			Cumple	Cumple
28	Aguas Abajo - AAA Puerto Colombia	7,67 - 8,42	31,00 - 33,00			Cumple	Cumple
29	Punto 2 Ponedera	6,13 - 8,83	28,05 - 30,38			Cumple	Cumple
30	Punto 2 A. Arriba Ponedera	6,56 - 8,42	29,07 - 30,35			Cumple	Cumple
31	Punto 2 A. Abajo Ponedera	6,82 - 8,83	28,40 - 29,68			Cumple	Cumple
32	Punto 3 Ponedera	6,21 - 8,96	28,85 - 30,64			Cumple	Cumple
33	Punto 3 A. Arriba Ponedera	6,00 - 8,84	28,14 - 30,87			Cumple	Cumple
34	Punto 3 A. Abajo Ponedera	6,37 - 8,68	28,05 - 30,24			Cumple	Cumple
35	Punto 1 A. Arriba Ponedera	6,19 - 8,91	29,02 - 30,78			Cumple	Cumple
36	Punto 1 A. Abajo Ponedera	6,31 - 8,36	28,88 - 30,85			Cumple	Cumple
37	Vertimiento Sabanagrande	6,17 - 6,97	28,10 - 29,70			Cumple	Cumple
38	Vertimiento Sabanagrande A. Arriba	6,01 - 6,53	28,30 - 29,50			Cumple	Cumple
39	Vertimiento Sabanagrande Abajo	6,11 - 6,52	28,10 - 30,00			Cumple	Cumple
40	EBAR El Porvenir	6,00 - 7,00	27,10 - 27,80			Cumple	Cumple
41	Vertimiento AAA Calle 73	8,41 - 8,57	31,20 - 31,45			Cumple	Cumple
42	Salida PTAR AAA Mallorquín	7,47 - 7,64	29,40 - 29,75			Cumple	Cumple
43	Vertimiento AQSUR Luruaco	7,33 - 8,88	31,85 - 33,65			Cumple	Cumple
44	Cuerpo Receptor Vertimiento AQSUR Luruaco	8,86	33,30			Cumple	Cumple
45	Calle 11 Carrera 16	6,32 - 6,65	28,10 - 28,40			Cumple	Cumple
46	Calle 22 Carrera 13	6,02 - 6,32	28,10 - 28,40			Cumple	Cumple
47	Carrera 14F Calle 53	6,49 - 6,93	26,00 - 26,80			Cumple	Cumple
48	Calle 58 Carrera 15D	6,01 - 6,92	26,40 - 26,90			Cumple	Cumple
49	Carrera 8A Murillo	6,17 - 6,78	27,00 - 27,80			Cumple	Cumple
50	Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D)	6,06 - 6,89	27,20 - 27,90			Cumple	Cumple
51	Aguas Arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi	7,13 - 7,46	27,30 - 28,90			Cumple	Cumple

COD	Puntos de monitoreo	pH (Unidades)	Temperatura (°C)	Resolución 0631 2015		Cumplimiento	
				pH (Art. 8)	Temperatura (Art. 5)	Resolución 0631 2015 (Art. 8)	Resolución 0631 2015 (Art. 5)
52	Punto Descarga Santo Tomas	7,22 - 7,98	31,10 - 31,80			Cumple	Cumple
53	Aguas Arriba Santo Tomas	7,36	30,50			Cumple	Cumple
54	Aguas Abajo Santo Tomas	7,45	30,90			Cumple	Cumple
55	Punto De Descarga Baranoa	7,12 - 7,92	29,75 - 31,70			Cumple	Cumple
56	Aguas Arriba Baranoa	7,30	29,60			Cumple	Cumple
57	Aguas Abajo Baranoa	7,33	29,60			Cumple	Cumple
58	Punto Descarga Galapa	7,27 - 7,98	29,10 - 29,75			Cumple	Cumple
59	Aguas Arriba Galapa	7,70	29,70			Cumple	Cumple
60	Aguas Abajo Galapa	7,94	29,10			Cumple	Cumple
61	Punto Descarga Palmar	7,32 - 8,01	29,60 - 30,40			Cumple	Cumple
62	Aguas Arriba Palmar	7,55	29,50			Cumple	Cumple
63	Aguas Abajo Palmar	7,88	29,70			Cumple	Cumple
64	Punto De Descarga Sabanalarga Sur	7,15 - 7,62	29,10 - 30,30			Cumple	Cumple
65	Aguas Arriba Sabanalarga Sur	8,22	29,70			Cumple	Cumple
66	Aguas Abajo Sabanalarga Sur	7,98	29,40			Cumple	Cumple
67	Punto Descarga Sabanalarga Norte	7,22 - 7,81	28,80 - 31,30			Cumple	Cumple
68	Aguas Arriba Sabanalarga Norte	8,77	30,10			Cumple	Cumple
69	Aguas Abajo Sabanalarga Norte	7,67	29,50			Cumple	Cumple
70	Punto De Descarga Los Halcones	7,77 - 8,58	29,70 - 31,80			Cumple	Cumple
71	Aguas Arriba Los Halcones	7,87	22,30			Cumple	Cumple
72	Aguas Abajo Los Halcones	7,83	22,30			Cumple	Cumple
73	Punto De Descarga EBAR	7,89 - 8,42	30,10 - 30,70			Cumple	Cumple
74	Aguas Arriba EBAR	7,96	22,50			Cumple	Cumple
75	Aguas Abajo EBAR	7,88	22,40			Cumple	Cumple
76	Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa	7,33 - 7,87	31,35 - 32,25			Cumple	Cumple
77	Vertimiento Silicar	7,33 - 8,70	30,70 - 31,60			Cumple	Cumple
78	Salida Sistema De Tratamiento ARD Grupo Aeroportuario	7,19 - 7,56	28,45 - 30,60			Cumple	Cumple
79	Vertimiento AAA Polonuevo	7,84 - 8,13	27,70 - 28,15			Cumple	Cumple
80	Vertimiento AQSUR Repelón	8,78 - 8,86	30,10 - 30,25			Cumple	Cumple

COD	Puntos de monitoreo	pH (Unidades)	Temperatura (°C)	Resolución 0631 2015		Cumplimiento	
				pH (Art. 8)	Temperatura (Art. 5)	Resolución 0631 2015 (Art. 8)	Resolución 0631 2015 (Art. 5)
81	Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga)	8,74	31,15			Cumple	Cumple
82	Punto De Descarga Dimar	7,42 - 8,01	31,20 - 32,10			Cumple	Cumple
83	Aguas Arriba Dimar	6,89	28,10			Cumple	Cumple
84	Aguas Abajo Dimar	7,09	29,60			Cumple	Cumple
85	Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral	7,37 - 7,87	29,01 - 29,55			Cumple	Cumple
86	Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral	7,88	30,10			Cumple	Cumple
87	Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral	8,01	30,40			Cumple	Cumple
88	Salida De PTAR Steel City	7,22 - 7,90	28,15 - 28,85			Cumple	Cumple
89	Planta de Galvess	8,37 – 8,47	25,00			Cumple	Cumple
90	P1	4,60 - 7,68	29,35 - 30,85			No cumple	Cumple
91	Aguas Arriba Planta de Galvess	8,37 – 8,49	25,00			Cumple	Cumple
92	Aguas Abajo Planta de Galvess	8,39 – 8,45	25,00			Cumple	Cumple
93	Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA	7,82 - 8,20	28,50 - 33,50			Cumple	Cumple
94	Aguas Arriba Descarga Caño Al Río - AAA	7,82 - 8,53	28,50 - 33,50			Cumple	Cumple
95	Salida PTAR - CACOM	7,36 - 8,24	31,00 - 33,00			Cumple	Cumple
96	Aguas Arriba - CACOM	7,49 - 8,29	31,00 - 33,00			Cumple	Cumple
97	Aguas Abajo - CACOM	7,48 - 8,57	30,00 - 32,00			Cumple	Cumple
98	Descarga - INDUCOL S.A.	8,01 - 8,44	28,50 - 31,50			Cumple	Cumple
99	Aguas Arriba - INDUCOL S.A.	8,76	30,50			Cumple	Cumple
100	Aguas Abajo - INDUCOL S.A.	7,92	31,00			Cumple	Cumple
101	Descarga - Celta	7,49 - 8,44	29,50 - 33,00			Cumple	Cumple
102	Descarga - Renoboy S.A.	8,12	30,00			Cumple	Cumple
103	Vertimiento Barranquillita	7,65 - 8,44	30,50 - 33,50			Cumple	Cumple
104	Aguas Abajo Colector Mallorquín	8,33 - 9,38	29,50 - 33,50			No cumple	Cumple
105	Descarga EDAR Campo De La Cruz	7,49 - 8,65	31,50 - 33,50			Cumple	Cumple
106	Aguas Arriba - Campo De La Cruz	7,92	31,00			Cumple	Cumple
107	Aguas Abajo - Campo De La Cruz	7,89	30,00			Cumple	Cumple
108	Descarga - Aguas Del Sur - Manatí	7,85 - 8,25	31,50 - 32,50			Cumple	Cumple
109	Aguas Abajo-Aguas Del Sur - Manatí	7,45 - 8,43	32,50 - 33,50			Cumple	Cumple

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 22** (Prichard, 2003).

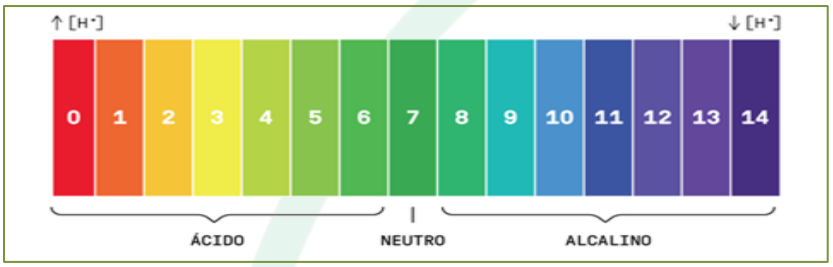
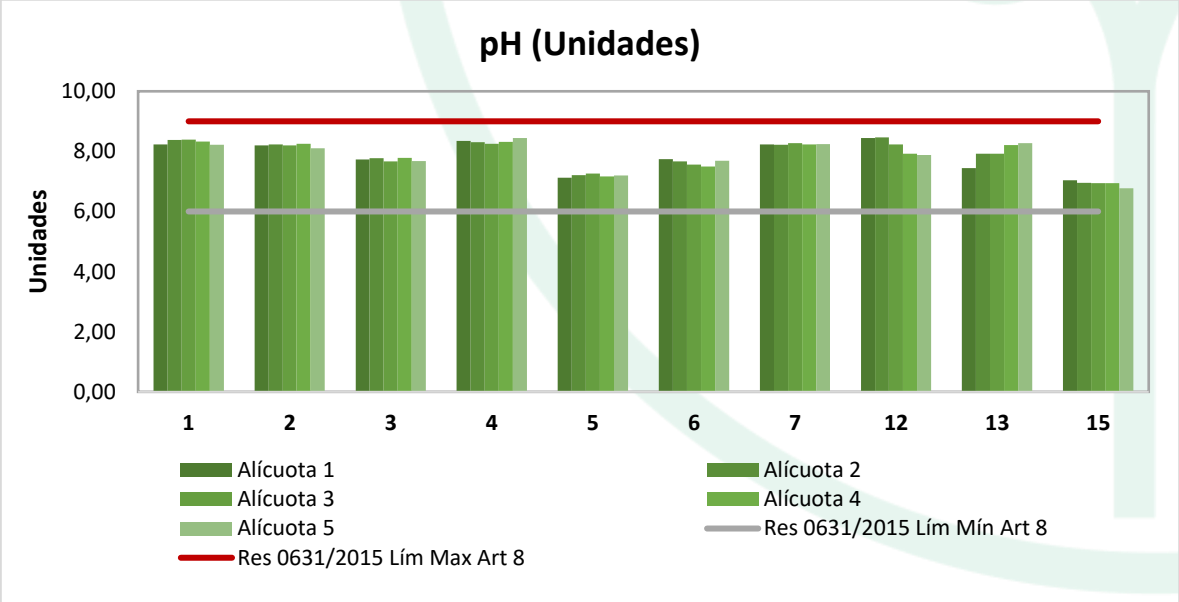
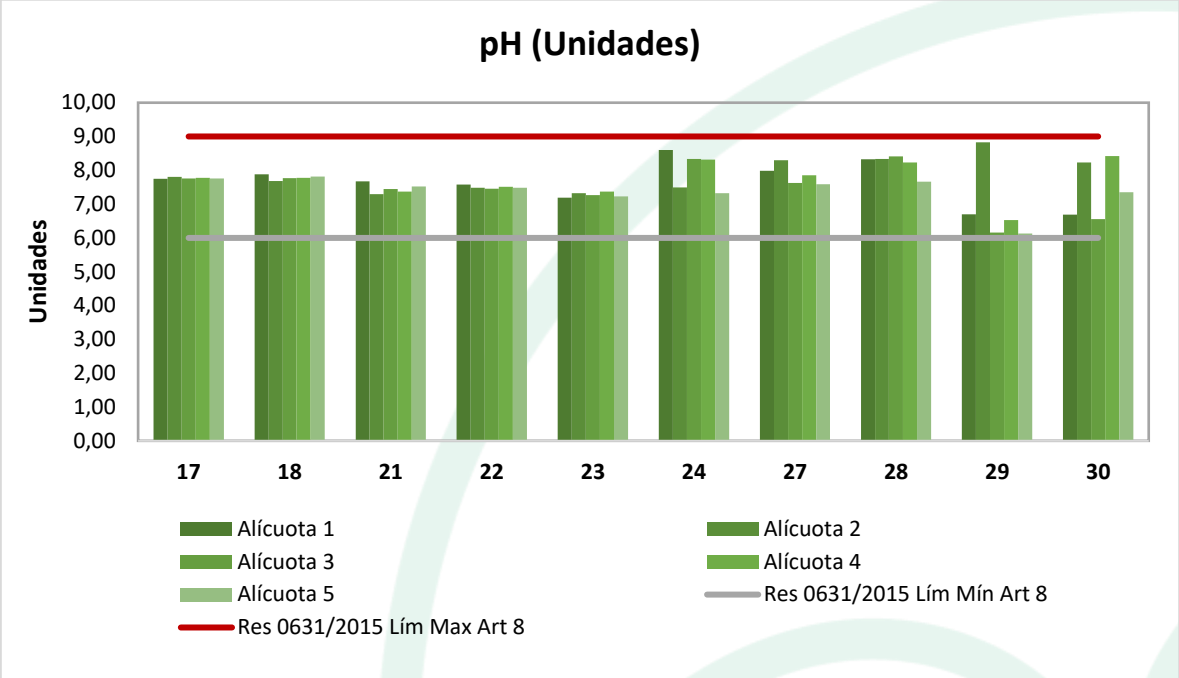


Figura 22. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

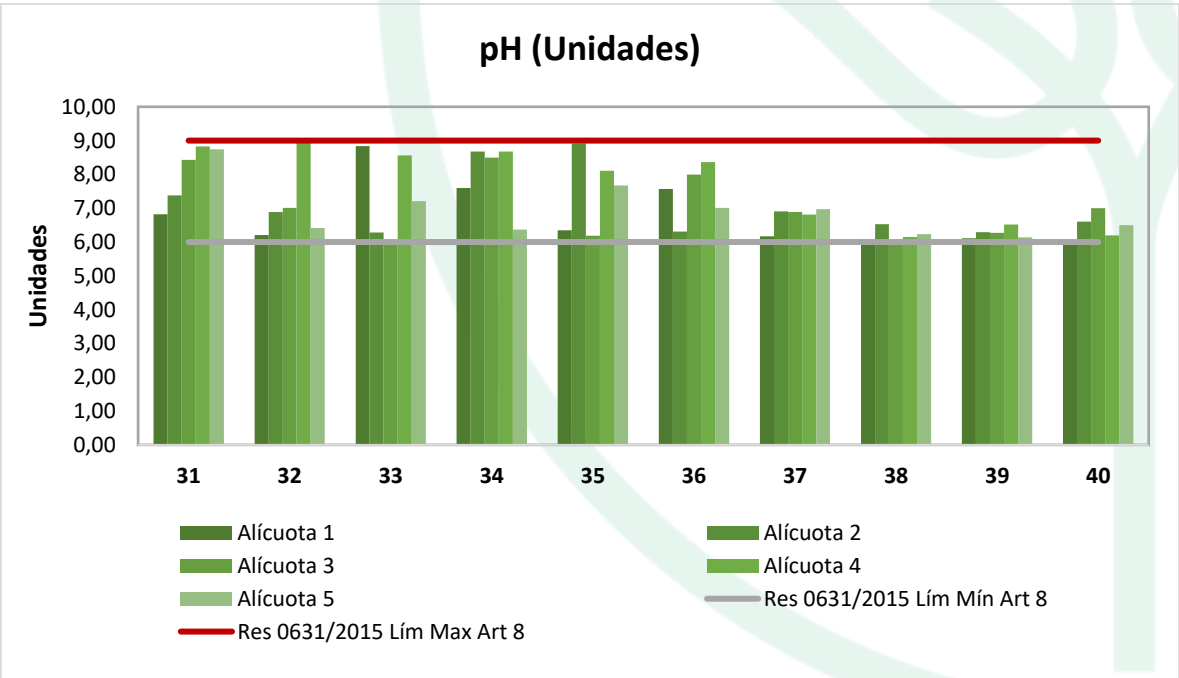
De acuerdo con lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's en los puntos de monitoreo poseen características ácidas, neutras y alcalinas, los valores arrojados se encuentran dentro del rango de 6,00 a 9,00 unidades, reflejando cumplimiento con respecto al artículo 8, de la Resolución 0631 de 2015; tal como se observa en la **Gráfica 1** a la **Gráfica 9**. Sin embargo, el punto P1 (COD 90) en la Alícuota 4 (Ver **Gráfica 6**) y el punto Aguas Abajo Colector Mallorquín (COD 104) en la Alícuota 3 y Alícuota 4 (Ver **Gráfica 8**), que presentan desviación con respecto a la norma.



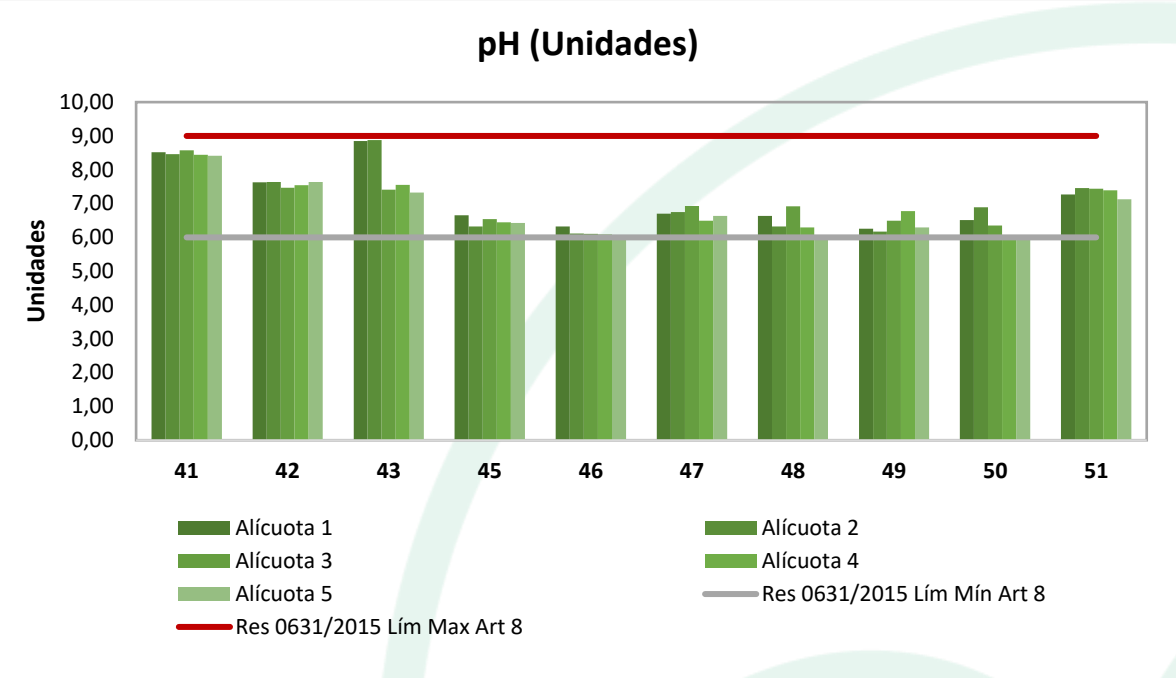
Gráfica 1. Cumplimiento de pH-I.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



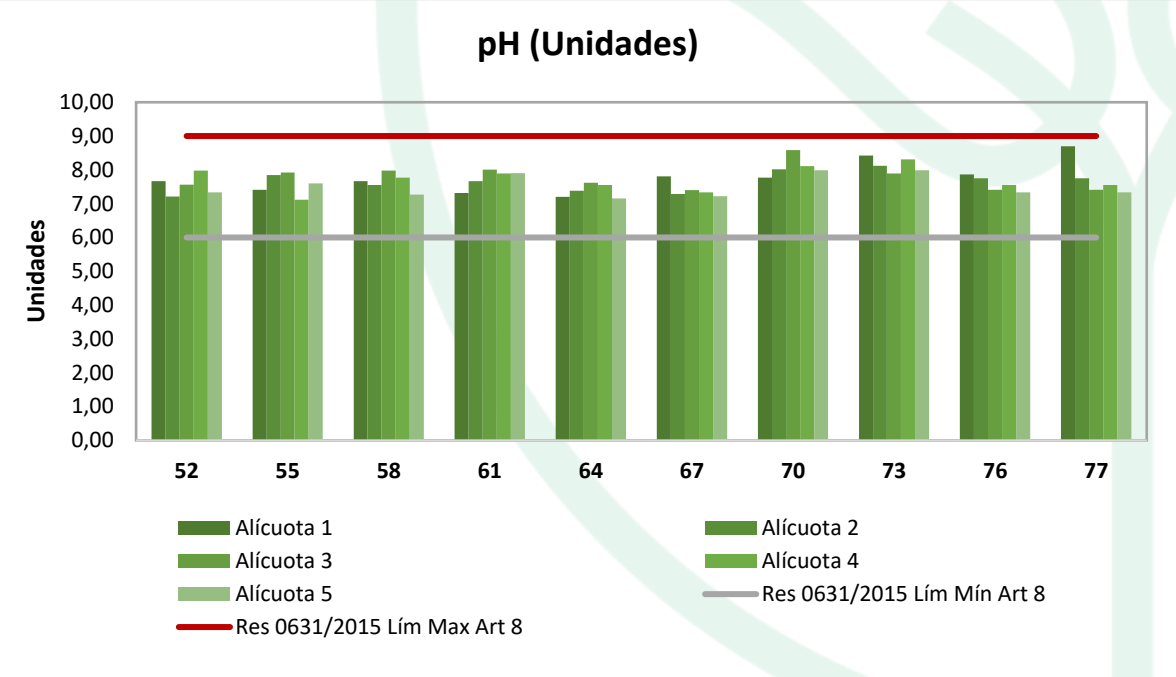
Gráfica 2. Cumplimiento de pH-II.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



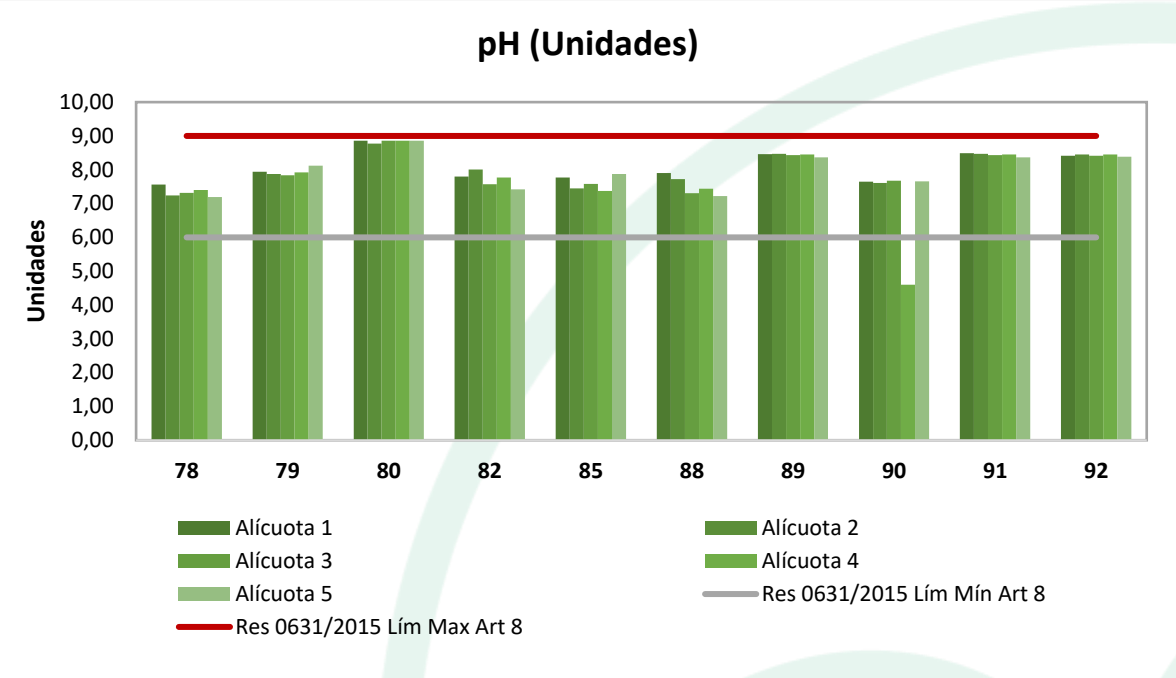
Gráfica 3. Cumplimiento de pH-III
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



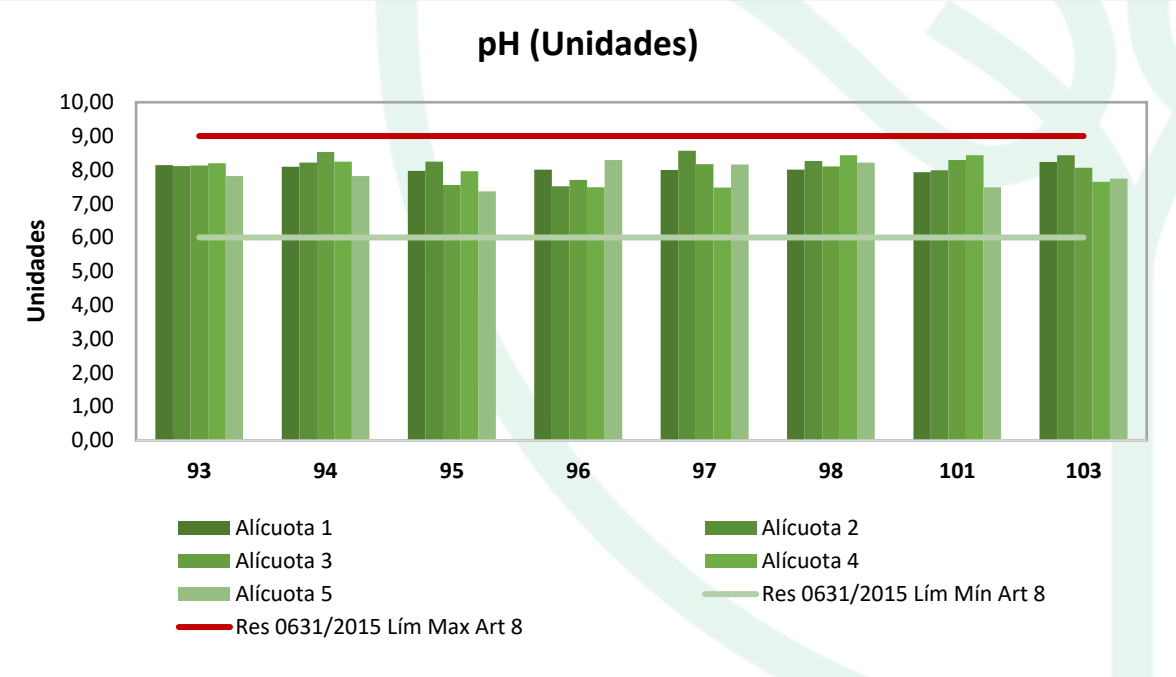
Gráfica 4. Cumplimiento de pH-IV
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



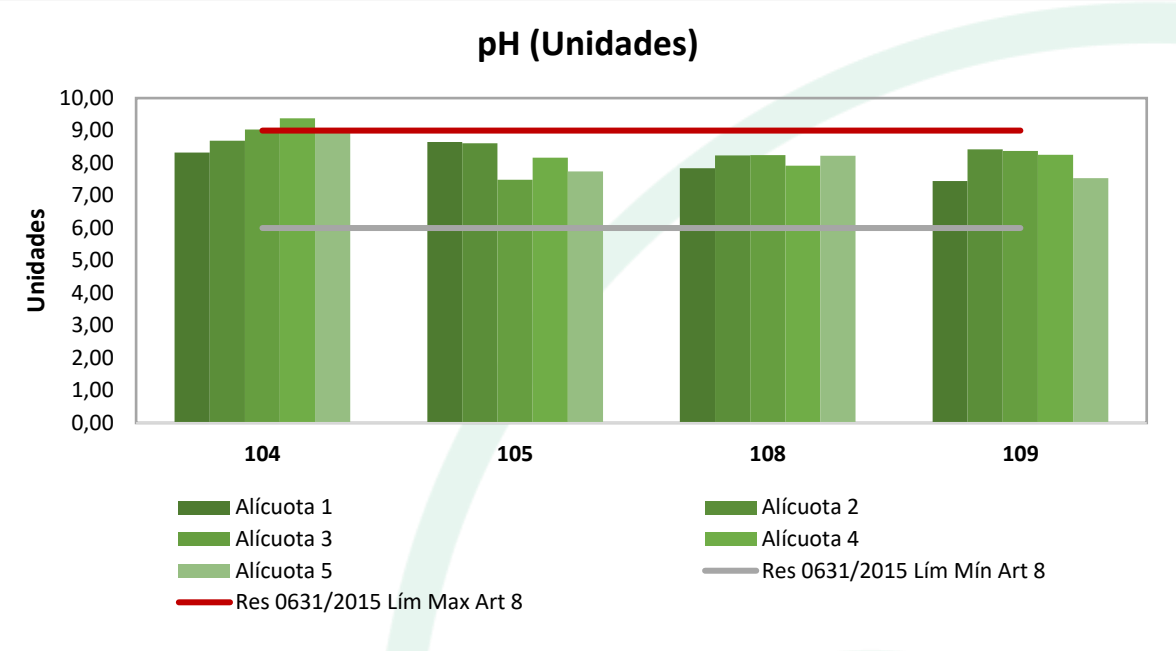
Gráfica 5. Cumplimiento de pH-V
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



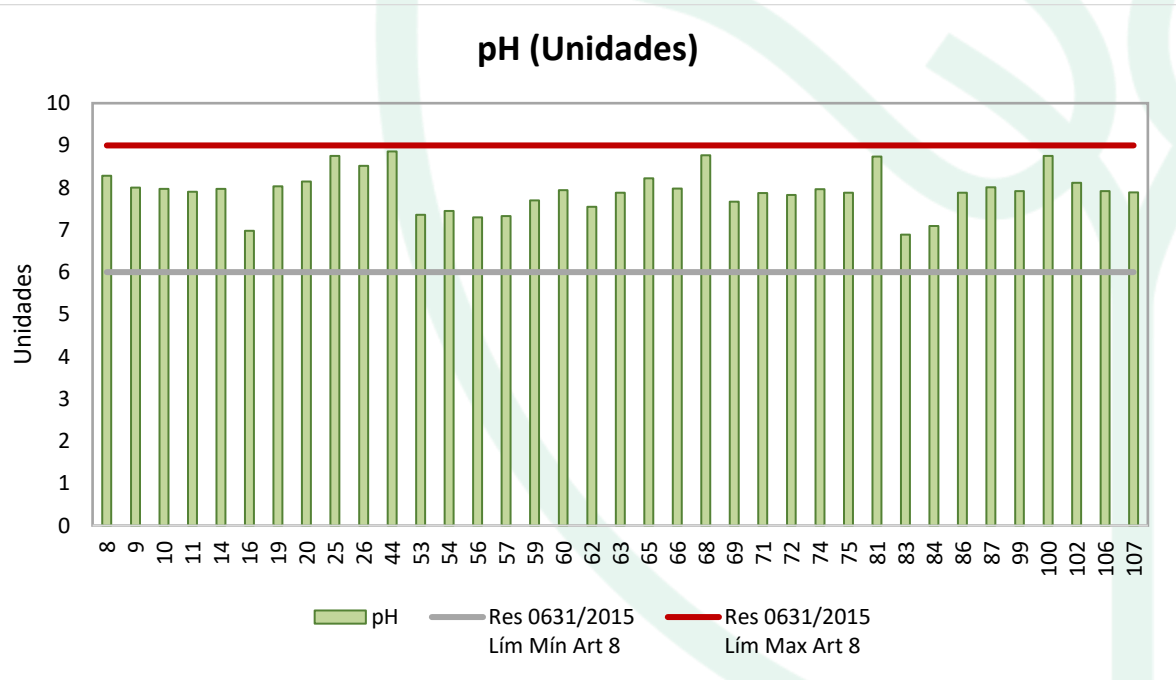
Gráfica 6. Cumplimiento de pH-VI
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



Gráfica 7. Cumplimiento de pH-VII
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

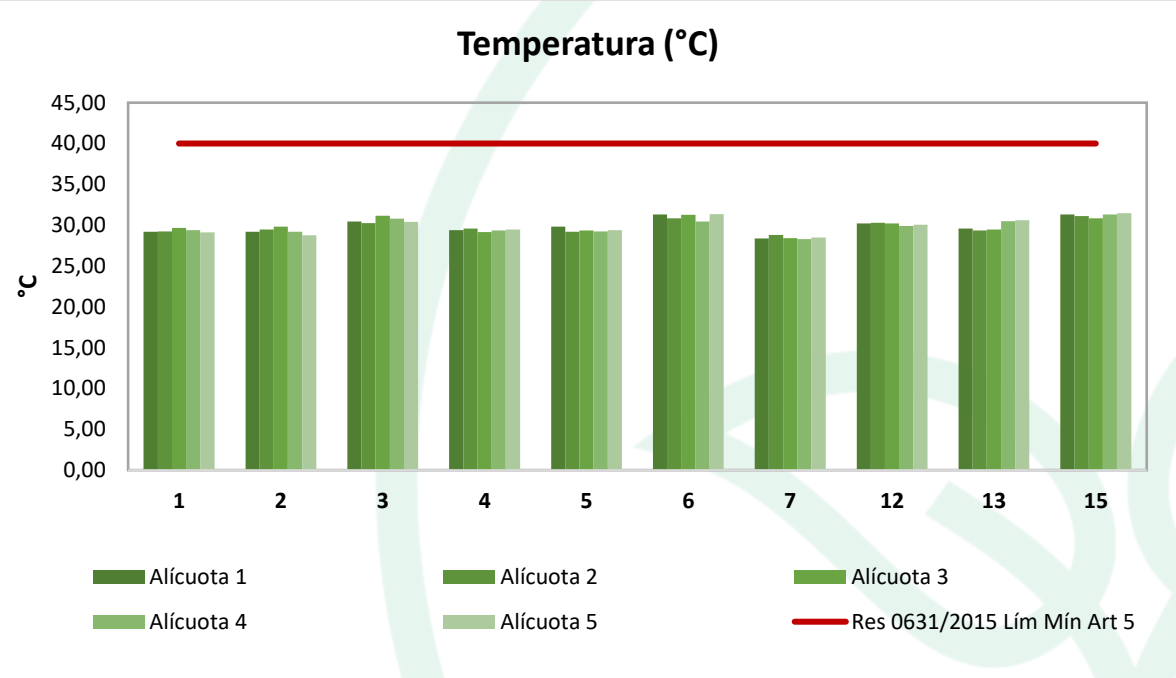


Gráfica 8. Cumplimiento de pH-VIII
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

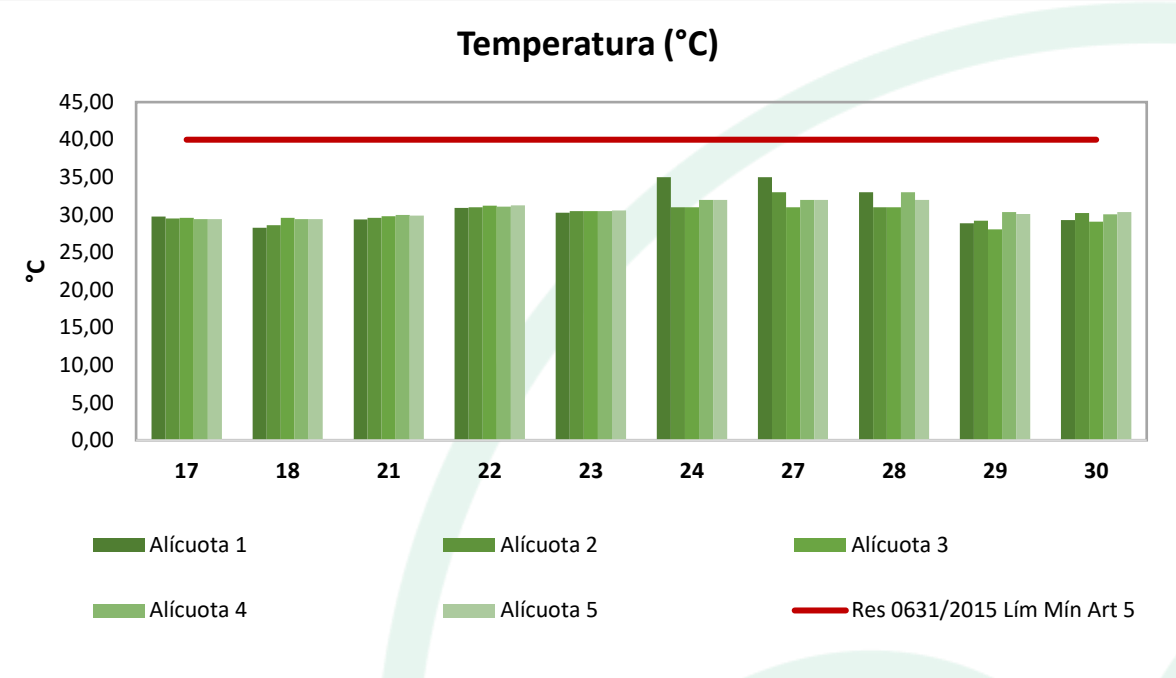


Gráfica 9. Cumplimiento de pH-VIII
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

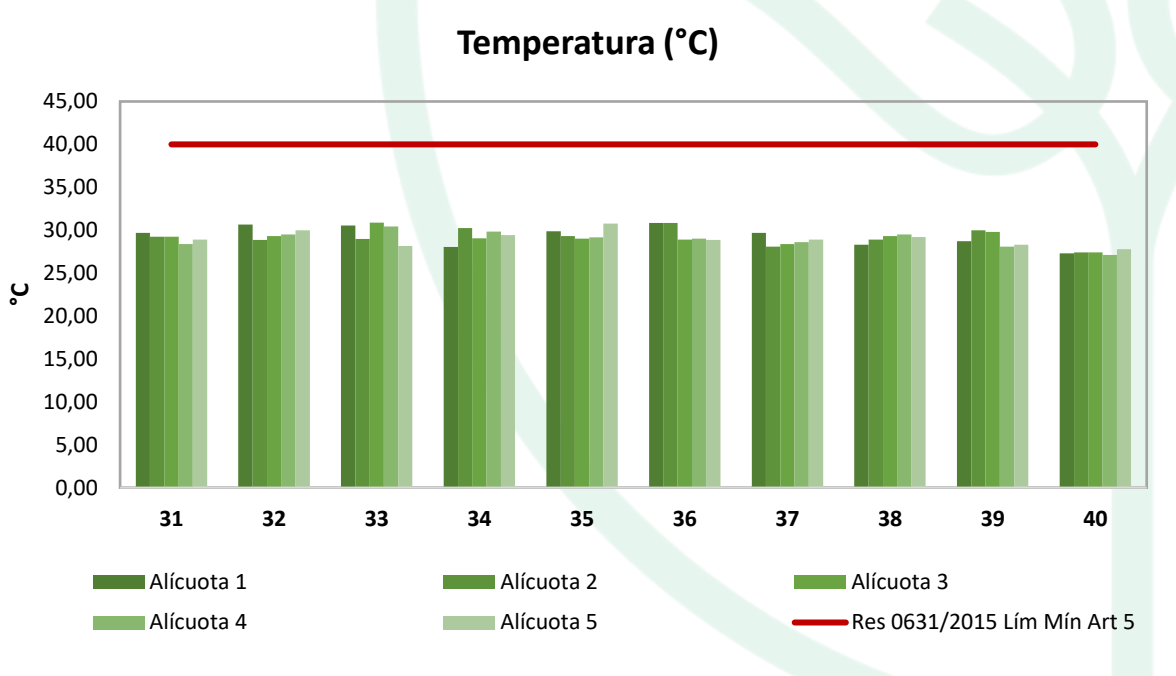
Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de las zonas de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 0631 de 2015, ya que presentaron valores por debajo de 40°C.



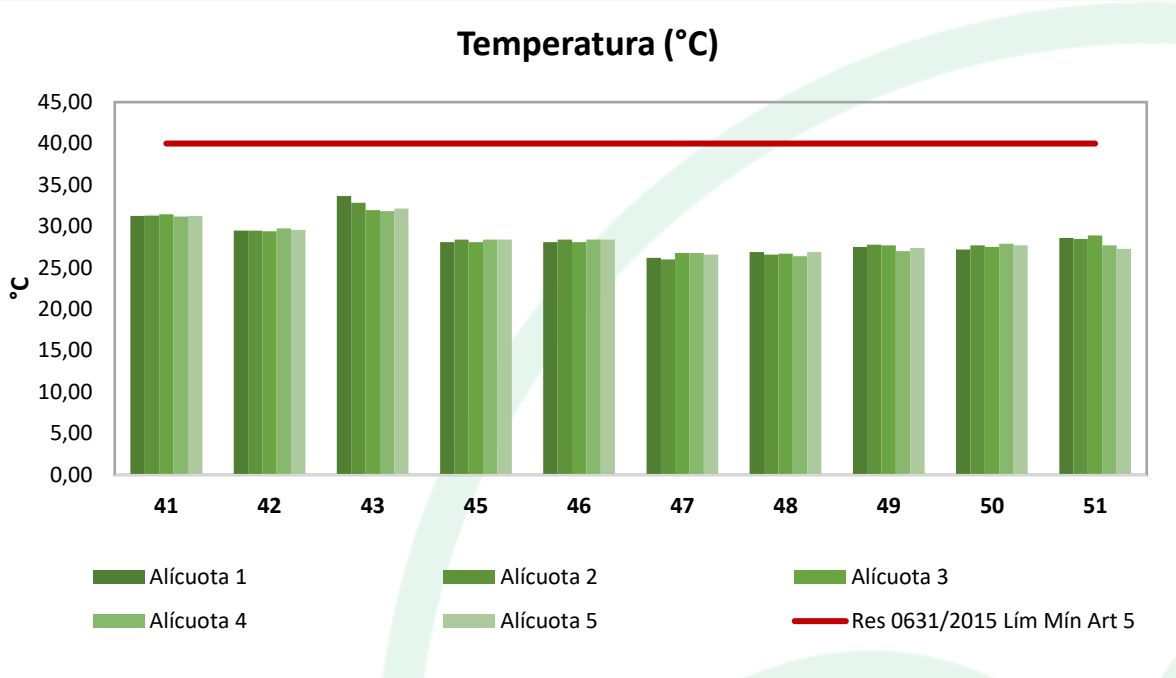
Gráfica 10. Cumplimiento de temperatura-I.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 11. Cumplimiento de temperatura-II.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

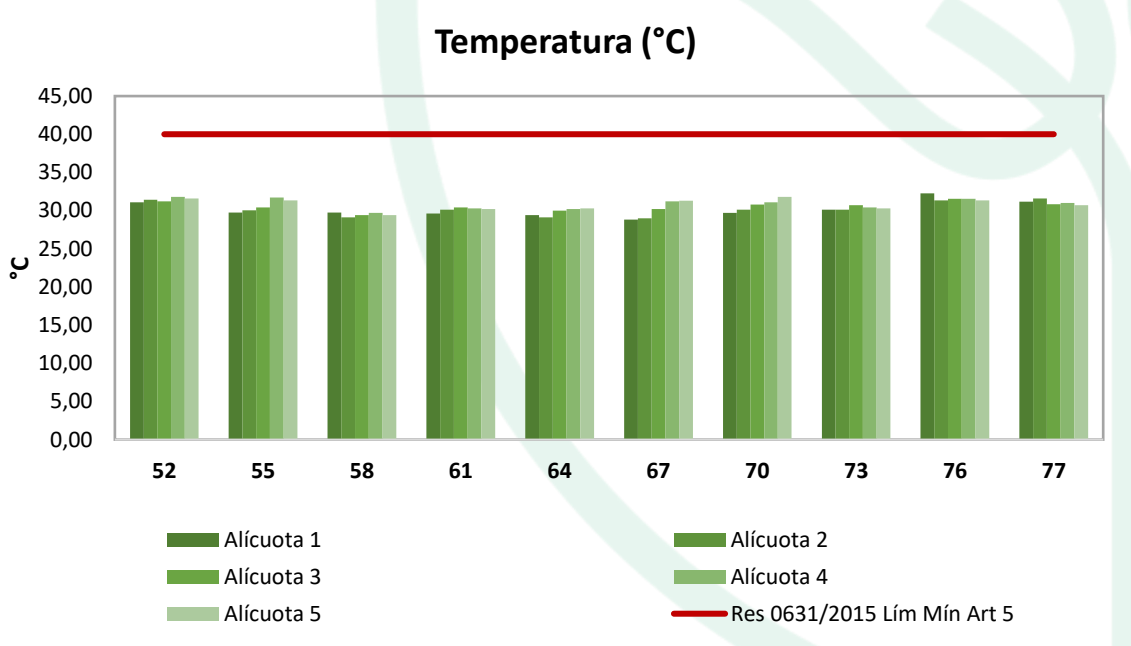


Gráfica 12. Cumplimiento de temperatura - III
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



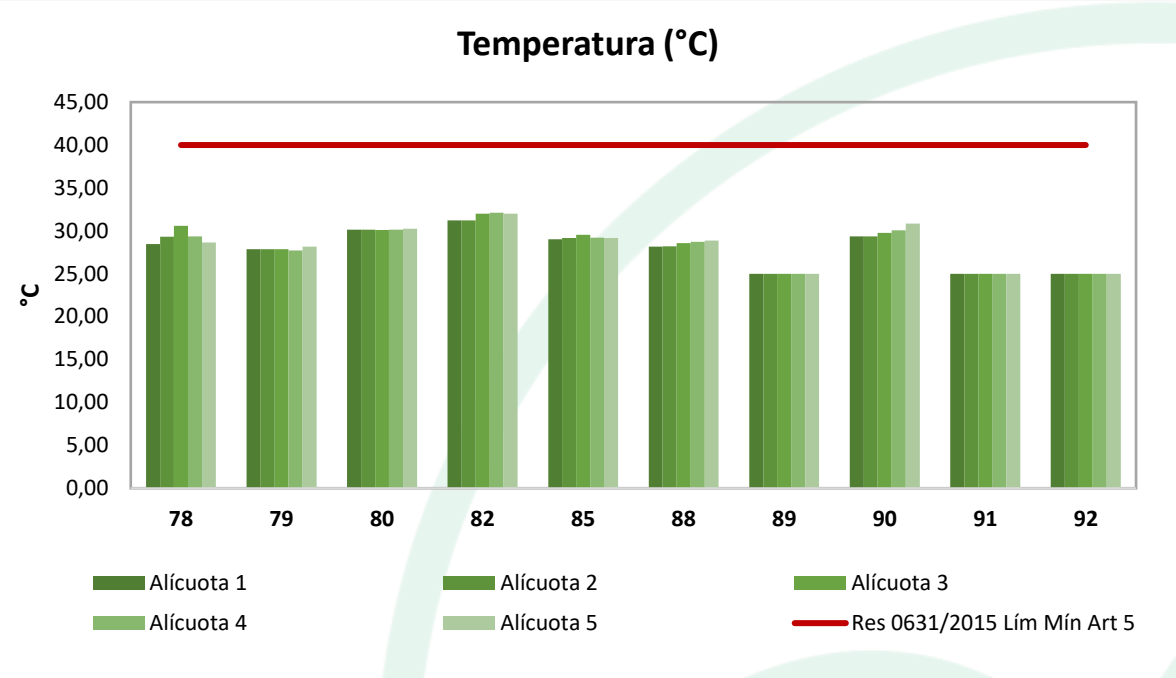
Gráfica 13. Cumplimiento de temperatura - IV

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

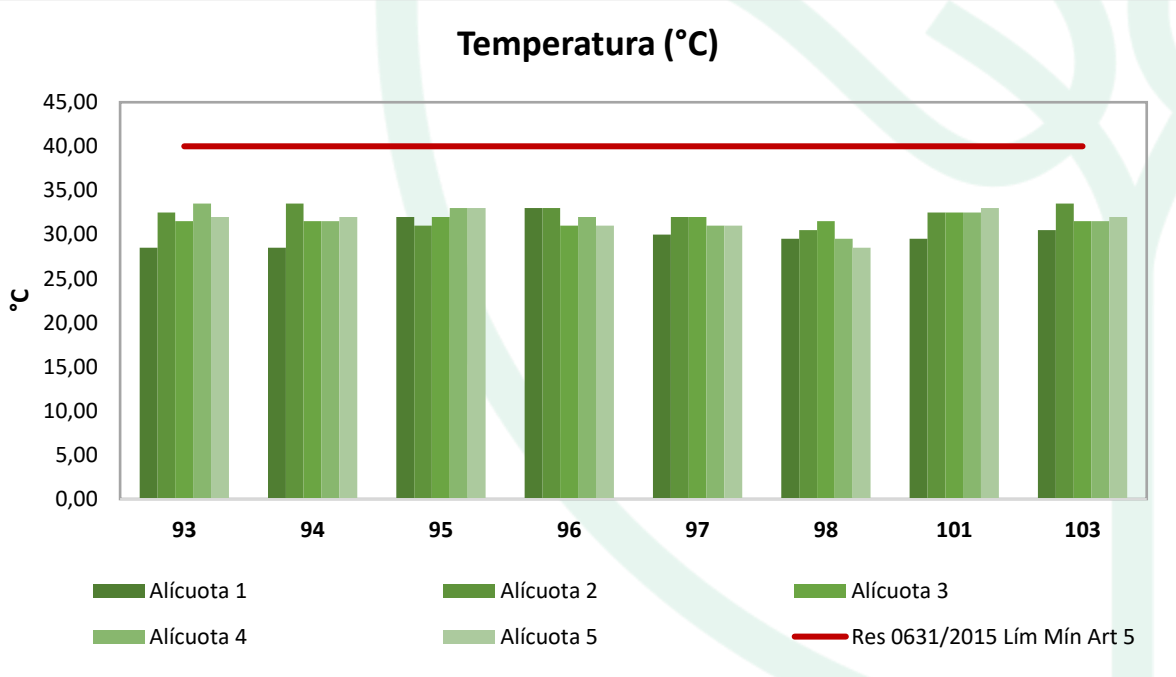


Gráfica 14. Cumplimiento de temperatura – V

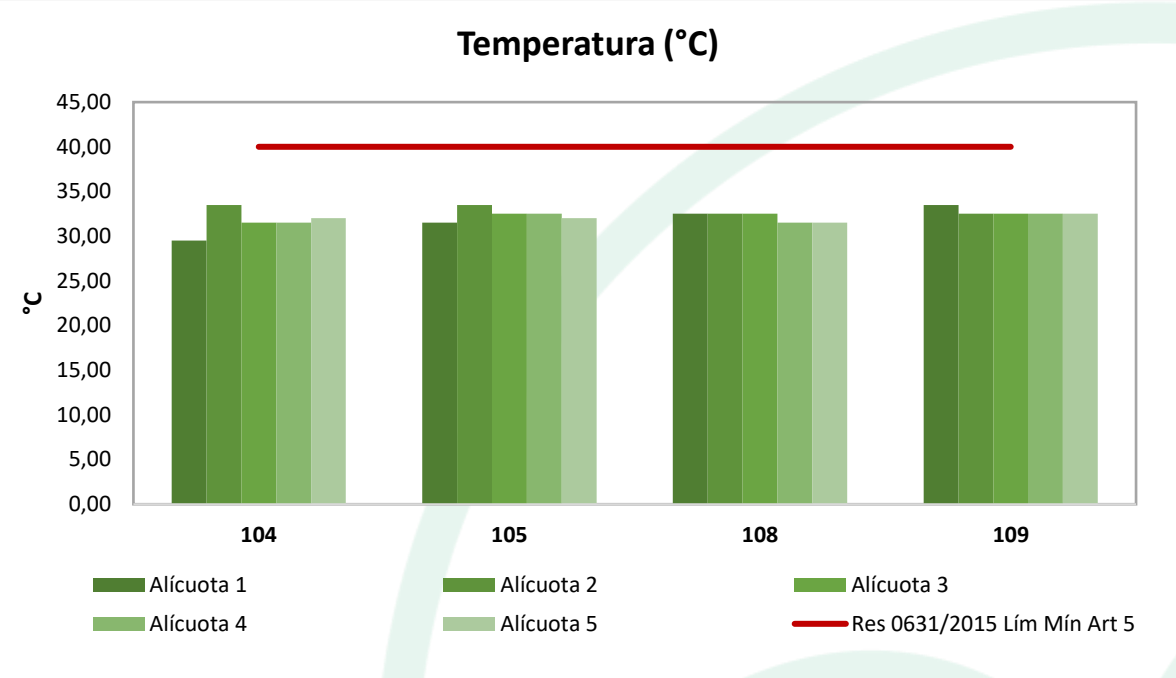
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



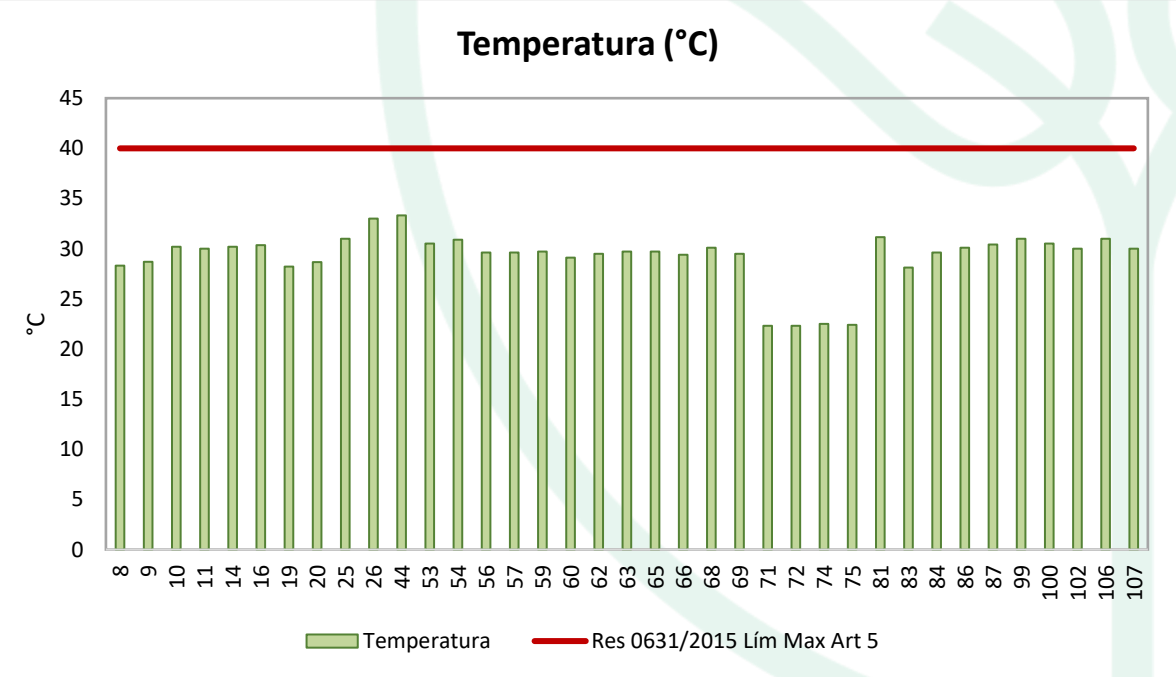
Gráfica 15. Cumplimiento de temperatura - VI
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 16. Cumplimiento de temperatura - VII
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

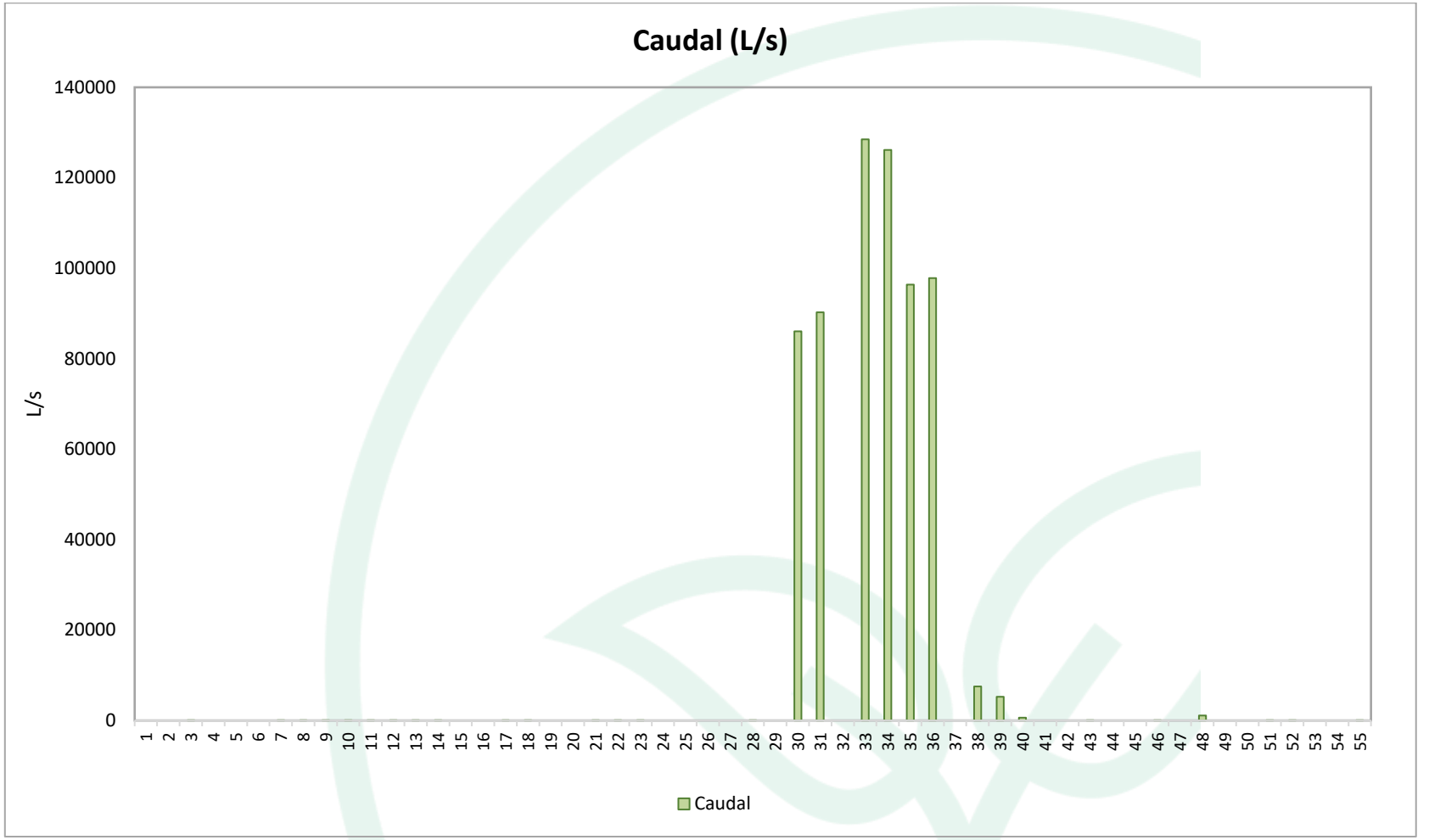


Gráfica 17. Cumplimiento de temperatura – VII
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



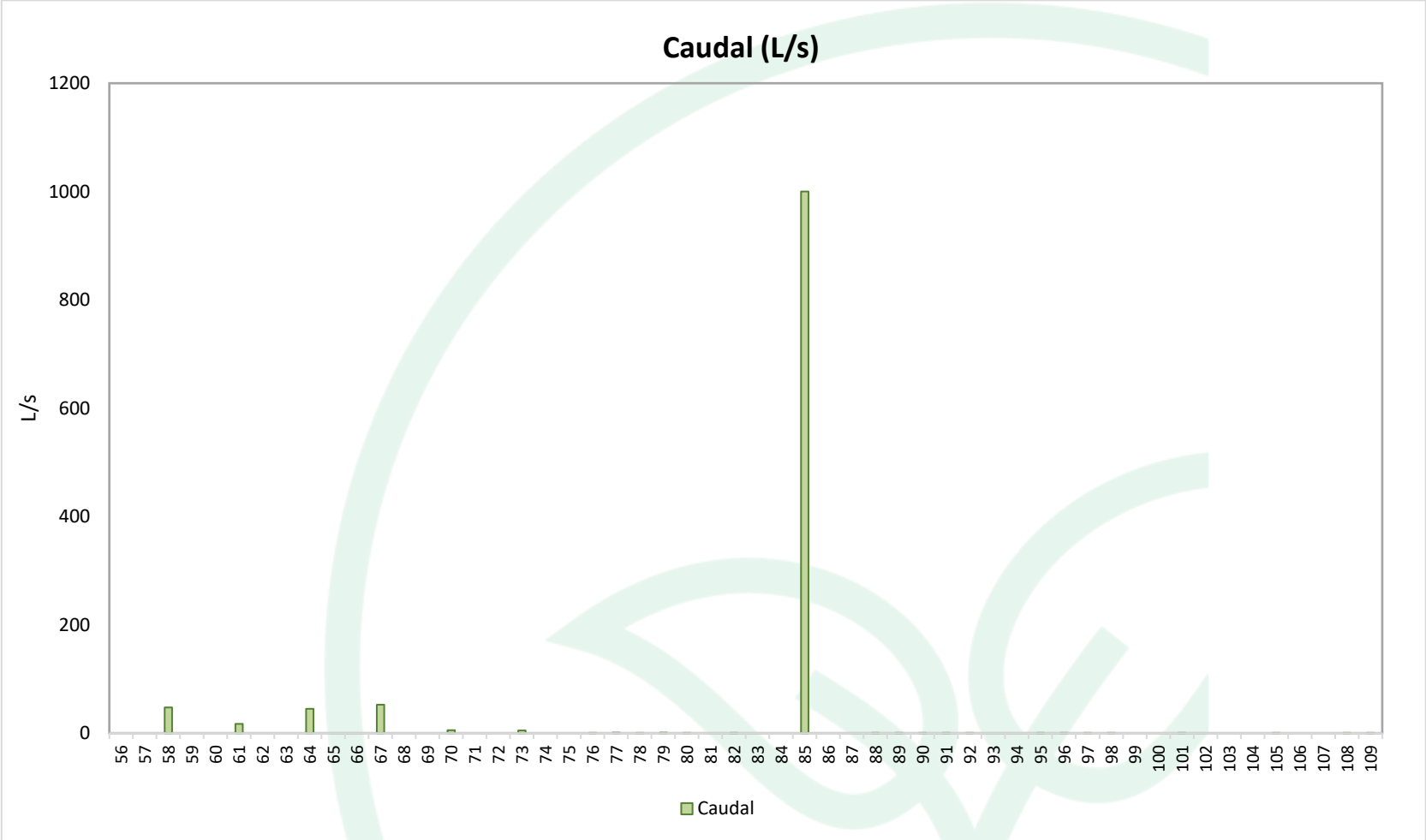
Gráfica 18. Cumplimiento de temperatura – VIII
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Para el caso del caudal, en los puntos donde se realizó la medición de este parámetro se evidenció que el punto que presentó el menor flujo con un valor de 0,02 L/s fue el punto Vertimiento (TRIPLE A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9A Cruz de Mayo) y el punto con mayor flujo con un valor de 128515,662 L/s fue el Punto 3 A. Arriba Ponedera, este comportamiento se puede observar en la **Gráfica 19.**



Gráfica 19. Comportamiento de caudal – parte I

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 20. Comportamiento de caudal – parte II
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

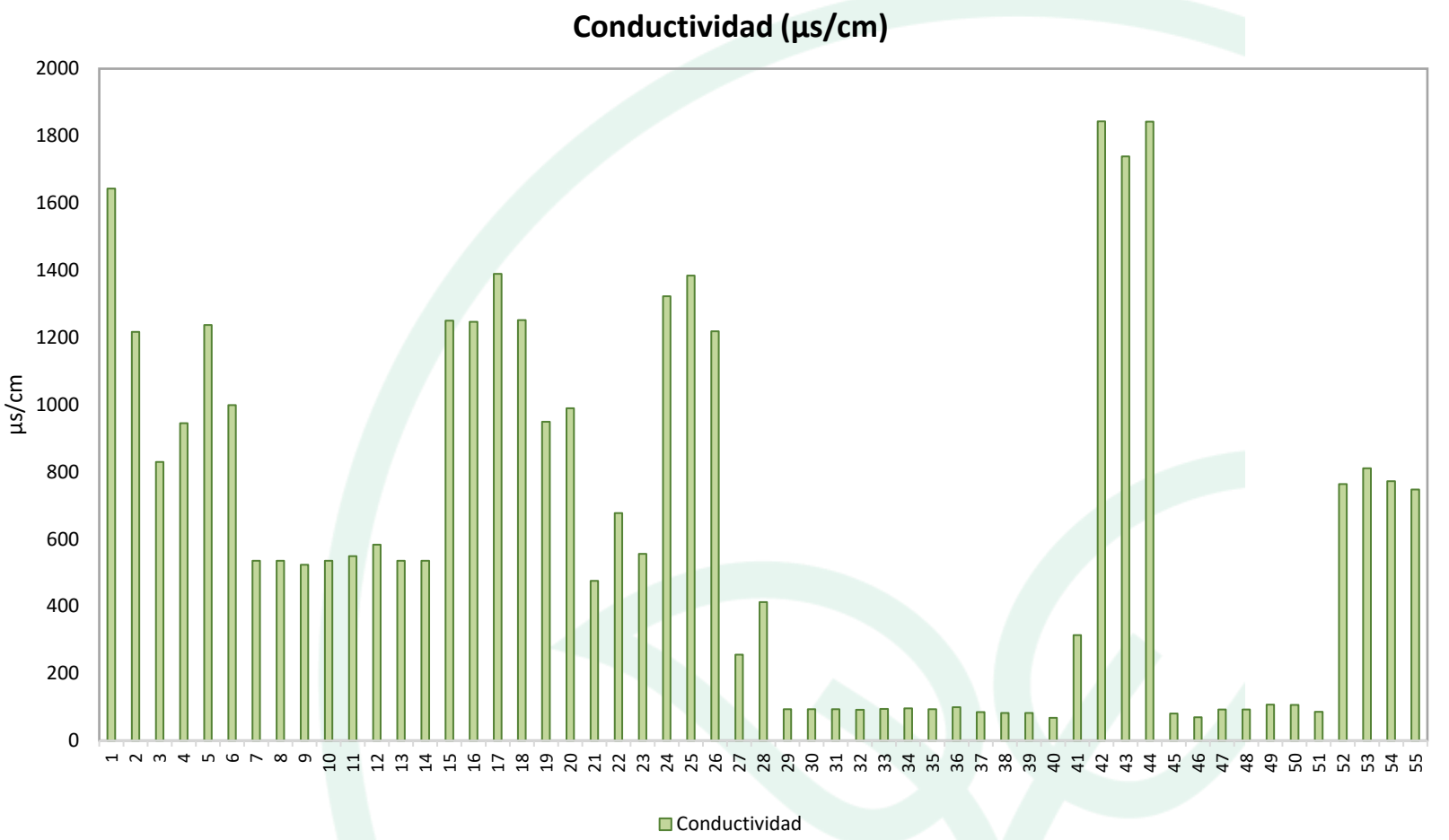
Por su parte, la conductividad es una expresión numérica de la habilidad del agua para transportar una corriente eléctrica que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas (Romero, 2009). De los valores reportados, se identificó que el punto Salida PTAR AAA Mallorquín es el que presenta mayor conductividad con un valor de 1843,6 µS/cm, mientras que el punto Aguas Abajo-Aguas Del Sur – Manatí es el que presenta menor conductividad con un valor de 2,77 µS/cm.

En este sentido, se evidencia que la conductividad presenta mineralización importante en un 31,19% de los puntos monitoreados, siendo esta la más predominante, seguidamente en un 22,02% se presenta mineralización excesiva, en un 21,10% se presenta mineralización media, en un 19,27% mineralización muy débil y en un 6,42% mineralización débil, lo anterior teniendo en cuenta la **Tabla 86.**

Tabla 86. Mineralización del agua a partir de la conductividad

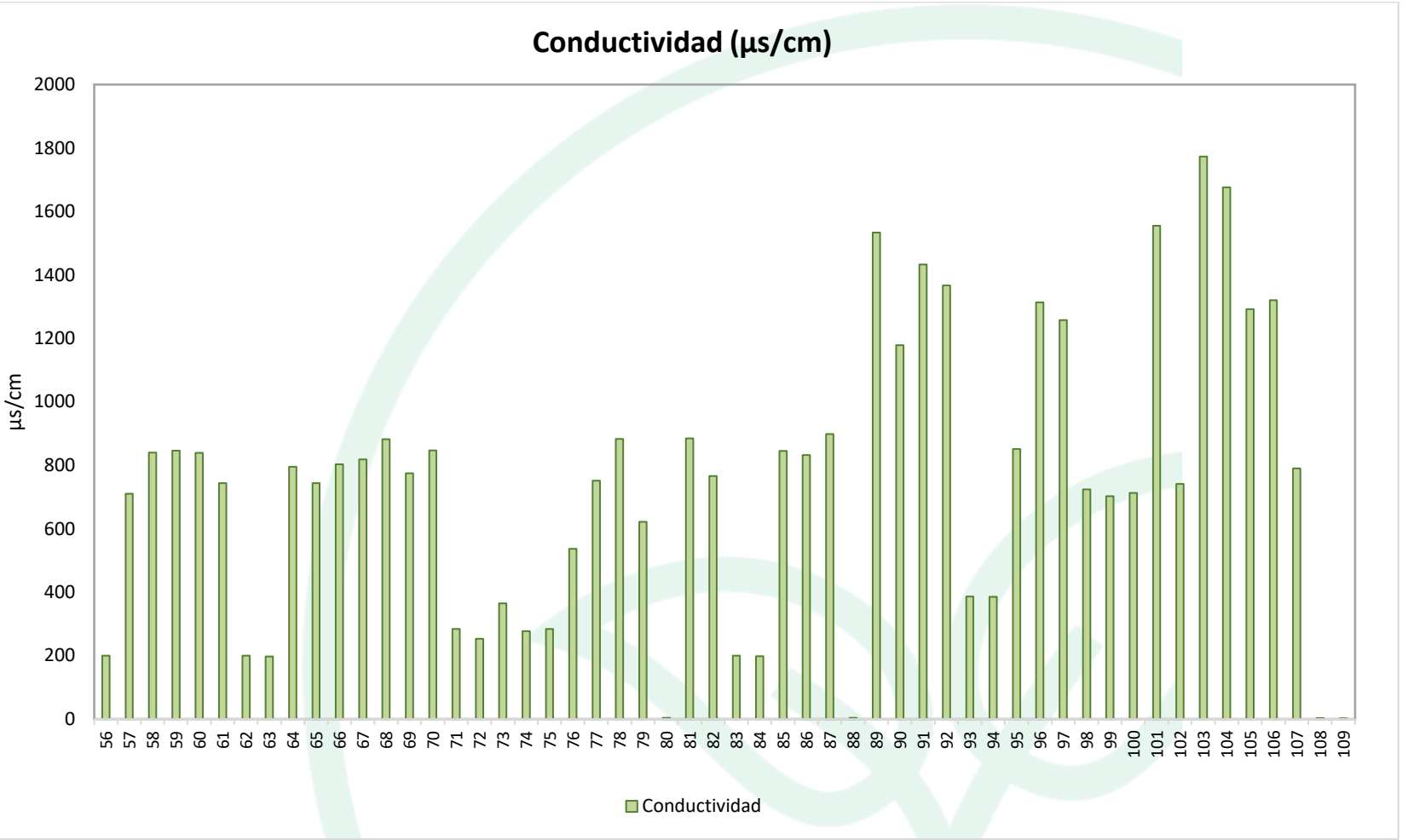
Conductividad eléctrica (µS/cm)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 – 200	Débil
200 – 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua, 1995.



Gráfica 21. Comportamiento de Conductividad - parte I

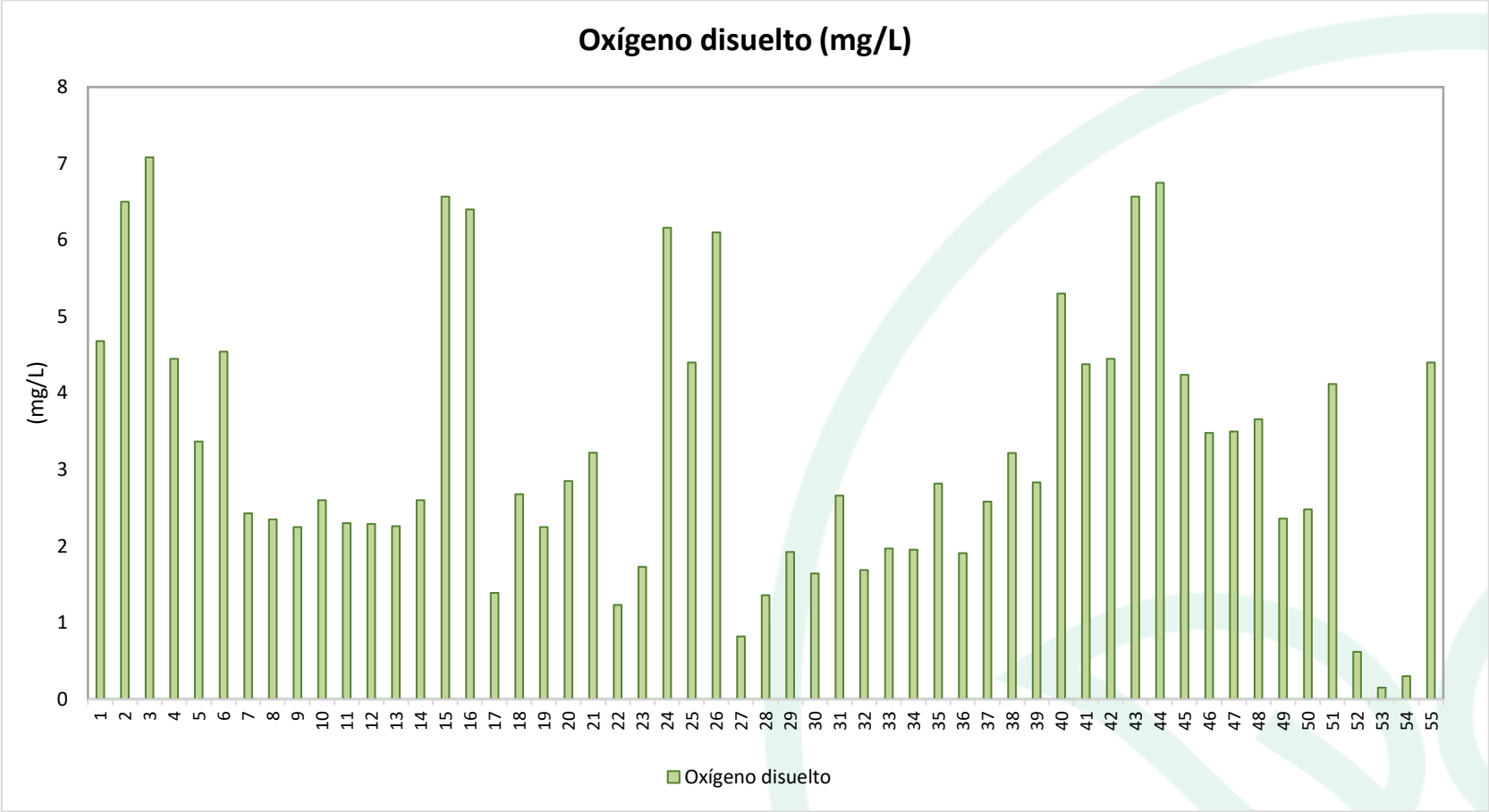
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 22. Comportamiento de Conductividad - parte II

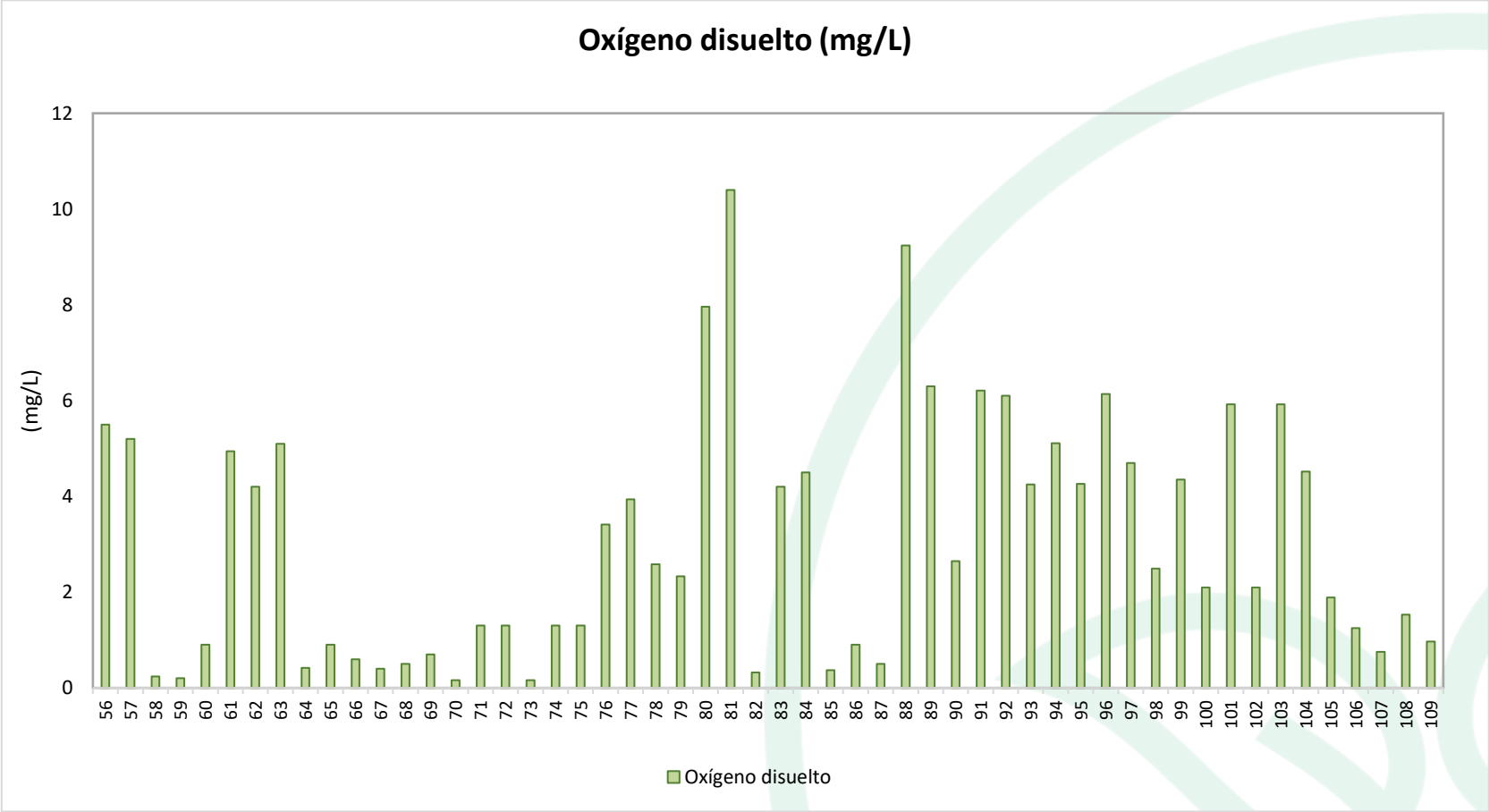
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

En lo que respecta a las mediciones de oxígeno disuelto, este presento un valor mínimo de 0,15 mg/L en el punto Aguas Arriba Santo Tomas (COD 53) y un valor máximo de 10,40 mg/L en el punto Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga) (COD 81), tal como se observa en la **Gráfica 23**.



Gráfica 23. Comportamiento de Oxígeno disuelto – parte I

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 24. Comportamiento de Oxígeno disuelto – parte II
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 87** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 87. Resultados de laboratorio – parte I

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art. 8	Cumplimiento
			Vertimiento AAA Calle 76	Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita	Vertimiento AAA Calle 79	Vertimiento AAA Calle 85	Vertimiento AAA Las Flores	Vertimiento AAA Felicidad	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga	Triple A Usiacurí – Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
			24/10/22	24/10/22	25/10/22	26/10/22	26/10/22	26/10/22	13/10/22	13/10/22	13/10/22		
			12:00	17:30	13:00	9:00	11:30	14:00	15:55	12:50	13:25		
			ID 179788	ID 179789	ID 179790	ID 179791	ID 179792	ID 179793	ID 179794	ID 179795	ID 179796		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	134,4	<2,0	364,3	209,7	109,8	151,2	53,3	2,1	3,2	90,00	Cumple ID 179789, ID 179794, ID 179795 e ID 179796
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	270	<10	899	555	272	445	137	<10	<10	180,00	Cumple ID179789, ID179794, ID179795, ID179796
Fósforo total	mg P/L	0,0329	1,34	0,05	4,49	4,46	2,56	3,28	0,05	0,05	0,05	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	35	<10	14	<10	44	27	<10	<10	<10	20,00	No cumple ID179788, ID179792, ID179793
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,3	<0,3	1,8	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	57,0	65,5	70,5	67,5	59,0	47,5	38,0	9,9	<5,0	90,00	Cumplen
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	0,5	50,0	63,6	43,5	35,3	36,9	18,8	18,5	16,7	AyR	NA

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art. 8	Cumplimiento
			Vertimiento AAA Calle 76	Aguas Arriba Vertimiento Barranquillita	Vertimiento AAA Calle 79	Vertimiento AAA Calle 85	Vertimiento AAA Las Flores	Vertimiento AAA Felicidad	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito Punto De Descarga	Triple A Usiacurí – Arroyo Chocorito 100m Aguas Abajo	Triple A Usiacurí - Arroyo Chocorito 100m Aguas Arriba		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
			24/10/22	24/10/22	25/10/22	26/10/22	26/10/22	26/10/22	13/10/22	13/10/22	13/10/22		
			12:00	17:30	13:00	9:00	11:30	14:00	15:55	12:50	13:25		
			ID 179788	ID 179789	ID 179790	ID 179791	ID 179792	ID 179793	ID 179794	ID 179795	ID 179796		
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	5400000	160000	16000000	1700000	490000	2400000	160000	160000	54000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	20000	17000	16000000	490000	230000	1300000	92000	1100	17000	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 88. Resultados de laboratorio – parte II

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Abajo	Zona Franca De Barranquilla S.A.S.U.O.Z.F. Arroyo Cañas 100m Aguas Arriba	Zona Franca De Barranquilla S.A.S. U.O.Z.F. Arroyo Cañas Punto De Descarga	Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma Punto De Descarga	Aguas Del Atlántico S.A E.S.P. - Arroyo Sierra Palma 100 M Aguas Abajo	Vertimiento AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	Cuerpo Receptor AQSUR Candelaria Ciénaga Vieja	Vertimiento Arroyo Juan De Acosta	Vertimiento AAA Tubará		
			10	11	12	13	14	15	16	17	18		
			14/10/22	14/10/22	14/10/2022	14/10/22	14/10/22	20/10/22	20/10/22	21/10/22	21/10/22		
			14:35	15:30	16:30	11:20	11:40	14:00	14:30	11:30	16:00		
			ID 179797	ID 179798	ID 179799	ID 179800	ID 179801	ID 179803	ID 179804	ID 179809	ID 179812		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	34,8	15,5	<2,0	73,1	16,7	54,9	72,3	35,1	21,2	90,00	Cumplen
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	79	37	<10	177	38	147	192	75	57	180,00	No cumple ID179804
Fósforo total	mg P/L	0,0329	<0,05	<0,05	0,05	0,05	<0,05	0,74	0,97	0,38	0,28	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	13	<10	17	19	27	38	20,00	No cumple ID179809, ID179812
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	0,6	0,8	12,1	<0,3	0,7	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	16,1	20,2	8,9	145,0	24,5	45,5	67,0	28,5	28,5	90,00	No cumple ID179800
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	2,1	87,0	10,5	3,2	5,0	0,9	30,8	8,1	23,7	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	160000	160000	160000	1600000	35000	16000000	3500000	330000	160000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	160000	160000	1700	49000	4900	9200000	3500000	20000	24000	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 89. Resultados de laboratorio – parte III

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Aguas Arriba AAA Tubará	Aguas Abajo AAA Tubará	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 24 Calle 30)	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Carrera 26 Calle 9a Cruz De Mayo)	Vertimiento (Triple A S.A E.S.P. Soledad - Colector Costa Hermosa Bayer)	Edgar-Suan	Aguas Arriba- Suan	Aguas Abajo-Suan	Descarga - AAA Puerto Colombia		
			19	20	21	22	23	24	25	26	27		
			21/10/22	21/10/22	19/10/22	20/10/22	21/10/22	19/10/22	19/10/22	19/10/22	20/10/22		
			16:10	16:20	11:50	11:30	13:00	12:00	14:00	14:30	12:00		
			ID 179813	ID 179814	ID 179815	ID 179817	ID 179819	ID 179821	ID 179822	ID 179823	ID 179824		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	17,6	<2,0	6,2	33,0	73,4	431,2	8,6	6,5	21,8	90,00	No cumple ID179821
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	37	<10	92	79	192	999	23	18	71	180,00	No cumple ID179819, ID179821
Fósforo total	mg P/L	0,0329	0,18	0,05	0,05	0,31	0,96	5,00	0,12	0,09	0,35	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	17	13	15	<10	<10	<10	<10	20,00	Cumplen
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	1,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,4	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	45,5	29,5	16,2	24,0	28,5	171,0	83,5	117,5	43,0	90,00	No cumple ID179821, ID179823
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	8,8	1,7	11,4	23,9	11,8	33,2	0,9	1,1	15,3	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	54000	160000	1600000	1600000	16000000	16000000	160000	54000	160000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	54000	14000	1600000	350000	20000	68000	160000	35000	4900	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 90. Resultados de laboratorio – parte IV

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Aguas Abajo -AAA Puerto Colombia	Punto 2 Ponedera	Punto 2 A. Arriba Ponedera	Punto 2 A. Abajo Ponedera	Punto 3 Ponedera	Punto 3 A. Arriba Ponedera	Punto 3 A. Abajo Ponedera	Punto 1 A. Arriba Ponedera	Punto 1 A. Abajo Ponedera		
			28	29	30	31	32	33	34	35	36		
			20/10/22	19/10/22	19/10/22	19/10/22	19/10/22	19/10/22	19/10/22	20/10/22	20/10/22		
			12:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	8:00	9:00		
			ID 179825	ID 179828	ID 179829	ID 179830	ID 179831	ID 179832	ID 179833	ID 179834	ID 179835		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	22,6	<2,0	<2,0	11,6	12,3	11,3	3,8	32,2	13,6	90,00	Cumplen
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	62	<10	<10	24	25	27	<10	16	25	180,00	Cumplen
Fósforo total	mg P/L	0,0329	0,31	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	0,05	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20,00	Cumplen
Nitratos-Cl	mg $N\text{-}NO_3$/L	0,0079	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,7	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	27,5	10,0	17,0	7,1	13,0	11,9	13,0	5,0	<5,0	90,00	Cumplen
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	20,5	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1	0,8	1,3	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	200	13000	17000	160000	11000	160000	160000	160000	92000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	200	4900	1700	160000	7000	160000	450	160000	1300	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 91. Resultados de laboratorio – parte V

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Vertimiento Sabanagrande	Vertimiento Sabanagrande A. Arriba	Vertimiento Sabanagrande Abajo	EBAR El Porvenir	Vertimiento AAA Calle 73	Salida PTAR AAA Mallorquín	Vertimiento AQSUR Luruaco	Aguas Abajo Vertimiento AQSUR Luruaco	Calle 11 Carrera 16		
			37	38	39	40	41	42	43	44	45		
			20/10/22	20/10/22	20/10/22	21/10/22	27/10/22	27/10/22	28/10/22	28/10/22	25/10/22		
			17:00	17:30	18:00	12:00	12:20	9:10	12:20	15:10	9:00		
			ID 179836	ID 179837	ID 179838	ID 179839	ID 179840	ID 179841	ID 179842	ID 179843	ID 179844		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	26,7	38,0	38,0	107,6	26,8	127,8	46,1	23,3	19,9	90,00	No cumple ID179839; ID179841
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	65	78	80	275	67	345	132	62	69	180,00	No cumple ID179839; ID179841
Fósforo total	mg P/L	0,0329	0,32	0,39	0,39	1,37	0,37	2,87	2,67	2,87	2,60	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	78	15	<10	42	<10	<10	79	20,00	No cumple ID179838; ID179841; ID189844
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	10,1	15,1	36,5	24,0	39,0	23,0	84,0	40,0	27,0	90,00	Cumplen
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	2,0	2,1	2,1	30,2	1,3	34,0	15,3	18,9	16,0	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	92000	22000	160000	3500000	1100	790000	220000	2800000	1600000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	7900	7000	92000	2200000	1100	220000	20000	45000	47000	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 92. Resultados de laboratorio – parte VI

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Calle 22 Carrera 13	Carrera 14f Calle 53	Calle 58 Carrera 15d	Carrera 8a Murillo	Colector Oasis (Calle 31A Carrera 15D)	Aguas Arriba Puente Cra 30 Arboleda Villa Muvdi	Punto Descarga Santo Tomas	Aguas Arriba Santo Tomas	Aguas Abajo Santo Tomas		
			46	47	48	49	50	51	52	53	54		
			25/10/22	26/10/22	26/10/22	27/10/22	27/10/22	28/10/22	26/10/22	26/10/22	26/10/22		
			12:00	9:00	11:00	8:00	12:00	8:00	15:00	14:35	14:55		
			ID 179845	ID 179846	ID 179847	ID 179848	ID 179849	ID 179850	ID 179851	ID 179852	ID 179853		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	<2,0	142,0	96,7	193,7	152,9	176,6	34,9	4,9	5,5	90,00	Cumple ID179845; ID179851; ID179852; ID179853
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	<10	350	232	475	362	470	79	14	12	180,00	Cumple ID179845; ID179851; ID179852; ID179853
Fósforo total	mg P/L	0,0329	0,16	4,00	3,01	5,53	1,80	0,05	0,47	0,09	0,09	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	45	<10	<10	16	<10	<10	<10	<10	20,00	No cumple ID179846
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,5	0,9	<0,3	<0,3	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	8,2	85,0	40,5	69,0	72,5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	90,00	Cumplen
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	1,0	43,0	33,1	46,0	6,9	6,7	21,1	1,2	1,1	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	16000	16000000	1600000	2400000	45	4900	1700000	54000	3900	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	93	16000000	220000	78000	45	200	490000	1700	200	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 93. Resultados de laboratorio – parte VII

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Punto De Descarga Baranoa	Aguas Arriba Baranoa	Aguas Abajo Baranoa	Punto Descarga Galapa	Aguas Arriba Galapa	Aguas Abajo Galapa	Punto Descarga Palmar	Aguas Arriba Palmar	Aguas Abajo Palmar		
			55	56	57	58	59	60	61	62	63		
			27/10/22	27/10/22	27/10/22	27/10/22	27/10/22	27/10/22	27/10/22	27/10/22	27/10/22		
			13:00	11:15	11:25	10:00	8:25	8:35	16:30	14:25	14:45		
			ID 179854	ID 179855	ID 179856	ID 179857	ID 179858	ID 179859	ID 179860	ID 179861	ID 179862		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	44,7	13,6	5,0	47,1	28,3	2,8	144,7	3,0	3,8	90,00	No cumple ID179860
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	90	27	13	115	73	<10	362	<10	13	180,00	No cumple ID179860
Fósforo total	mg P/L	0,0329	0,46	0,16	0,10	0,58	0,37	0,05	1,95	0,06	0,07	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	<10	<10	<10	21	<10	<10	20,00	No cumple ID179860
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	<0,3	2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	7,1	18,1	25,1	16,1	<5,0	11,0	9,1	<5,0	<5,0	90,00	Cumplen
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	28,7	14,7	35,5	34,1	2,0	36,5	55,0	<0,5	<0,5	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	78000	79000	110000	490000	7800	230000	1400000	11000	2700	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	20000	11000	11000	140000	2000	20000	920000	1100	200	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 94. Resultados de laboratorio – parte VIII

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Punto De Descarga Sabanalarga Sur	Aguas Arriba Sabanalarga Sur	Aguas Abajo Sabanalarga Sur	Punto Descarga Sabanalarga Norte	Aguas Arriba Sabanalarga Norte	Aguas Abajo Sabanalarga Norte	Punto De Descarga Los Halcones	Aguas Arriba Los Halcones	Aguas Abajo Los Halcones		
			64	65	66	67	68	69	70	71	72		
			28/10/22	28/10/22	28/10/22	28/10/22	28/10/22	28/10/22	31/10/22	31/10/22	31/10/22		
			10:00	8:20	8:35	17:00	15:20	15:35	17:00	10:00	10:30		
			ID 179863	ID 179864	ID 179865	ID 179866	ID 179867	ID 179868	ID 179869	ID 179870	ID 179871		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	87,0	43,1	52,7	345,0	28,1	52,6	243,0	24,2	44,4	90,00	No cumple ID179866; ID179869
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	200	120	135	911	76	115	515	58	102	180,00	No cumple ID179863; ID179866; ID179869
Fósforo total	mg P/L	0,0329	1,00	2,76	3,27	4,67	2,64	2,34	5,82	1,21	1,66	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	<10	<10	<10	28	<10	<10	20,00	No cumple ID179869
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,4	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	31,0	37,5	28,0	33,5	<5,0	<5,0	84,5	65,5	28,0	90,00	Cumplen
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	30,7	29,7	30,3	31,3	23,9	23,7	63,4	30,0	29,8	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	350000	350000	14000	1700000	1600000	1600000	16000000	16000000	16000000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	110000	33000	2000	330000	920000	2000	5400000	390000	470000	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 95. Resultados de laboratorio – parte IX

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Punto De Descarga EBAR	Aguas Arriba EBAR	Aguas Abajo EBAR	Vertimiento Conjunto Residencial Puntawa	Vertimiento Silicar	Salida Sistema De Tratamiento ARD Grupo Aeroportuario	Vertimiento AAA Polonuevo	Vertimiento AQSUR Repelón	Cuerpo Receptor AQSUR Repelón (Ciénaga)		
			73	74	75	76	77	78	79	80	81		
			31/10/22	31/10/22	31/10/22	1/11/22	1/11/22	4/11/22	8/11/22	11/11/22	11/11/22		
			17:30	11:30	11:00	10:30	13:20	12:00	13:40	17:30	17:50		
			ID 179872	ID 179873	ID 179874	ID 179875	ID 179876	ID 179879	ID 179880	ID 179881	ID 179882		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	51,5	26,8	53,2	43,3	155,3	25,1	24,3	24,9	3,4	90,00	No cumple ID179876
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	147	71	127	110	250	60	54	62	<10	180,00	No cumple ID179876
Fósforo total	mg P/L	0,0329	2,47	2,47	1,38	1,30	4,07	1,92	1,90	2,07	0,31	0,05	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20,00	Cumplen
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	<0,3	<0,3	11,7	<0,3	10,2	<0,3	1,9	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	184,0	77,0	31,9	65,5	34,0	17,9	11,1	30,0	11,1	90,00	No cumple ID179872
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	18,0	29,9	30,6	15,0	37,7	38,0	11,7	6,5	1,1	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	16000000	16000000	16000000	350000	1700000	45	330000	2400000	790000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	9200000	3500000	16000000	49000	130000	20	20000	790000	270000	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 96. Resultados de laboratorio – parte X

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Punto De Descarga Dimar	Aguas Arriba Dimar	Aguas Abajo Dimar	Punto De Descarga Urbanización Lomas De Caujaral	Aguas Arriba Urbanización Lomas De Caujaral	Aguas Abajo Urbanización Lomas De Caujaral	Salida de PTAR Steel City	Planta de Galvess	P1		
			82	83	84	85	86	87	88	89	90		
			1/11/22	1/11/22	1/11/22	2/11/22	2/11/22	2/11/22	7/03/2023	14/03/2023	2/11/22		
			14:00	14:20	14:40	14:00	14:15	14:35	9:00	13:50	12:45		
			ID 179885	ID 179886	ID 179887	ID 179888	ID 179889	ID 179890	ID 179891	ID 179892	ID 179893		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	5,9	<2,0	6,5	8,2	43,3	9,3	49,8	22,0	46,3	90,00	Cumplen
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	<10	<10	21	25	115	31	139	56	165	180,00	Cumplen
Fósforo total	mg P/L	0,0329	1,11	0,82	0,90	1,10	2,40	1,04	4,52	6,89	4,17	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	12	20,00	Cumplen
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	<0,3	0,4	0,3	<0,3	<0,3	61,1	1,7	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	53,0	10,9	22,1	17,0	22,0	17,0	27,0	15,0	9,0	90,00	Cumplen
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	425,7	8,9	7,1	6,6	30,4	6,2	<0,5	162,2	53,9	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	79000	350000	2000	240000	490000	540000	2300	2400	1400	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	17000	4000	2000	2000	130000	2000	1300	45	170	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 97. Resultados de laboratorio – parte XI

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo									Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Aguas Arriba Planta de Galvess	Aguas Abajo Planta de Galvess	Aguas Abajo Colector Calle 13 Arroyo Don Juan - AAA	Aguas Arriba Descarga Caño Al Rio - AAA	Salida PTAR-CACOM	Aguas Arriba-CACOM	Aguas Abajo-CACOM	Descarga-INDUCOL S.A.	Aguas Arriba - INDUCOL S.A.		
			91	92	93	94	95	96	97	98	99		
			14/03/2023	14/03/2023	8/11/2022	8/11/2022	31/10/22	31/10/22	31/10/22	1/11/22	1/11/22		
			13:30	14:00	13:00	10:00	10:00	11:00	12:00	9:00	11:00		
			ID 179894	ID 179895	ID 179904	ID 179905	ID 179906	ID 179907	ID 179908	ID 179909	ID 179910		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	321,5	136,2	<2,0	2,6	4,4	2,1	<2,0	7,9	<2,0	90,00	No cumple ID179894; ID179895;
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	855	369	<10	<10	10	<10	<10	22	<10	180,00	No cumple ID179894; ID179895;
Fósforo total	mg P/L	0,0329	8,71	9,43	0,09	0,22	1,23	0,47	0,52	1,56	0,74	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20,00	Cumplen
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	0,6	0,3	0,3	3,8	5,0	5,3	<0,3	0,7	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	16,0	16,0	21,9	16,0	<5,0	<5,0	9,9	<5,0	134,0	90,00	No cumple ID179910
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	160,8	159,8	0,7	<0,5	8,3	4,2	4,2	39,3	1,9	AyR	NA
Microbiológicos													
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	480	790	160000	79000	160000	28000	54000	160000	1600000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	20	45	200	4000	160000	4900	2200	92000	1600000	NE	NA

AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Tabla 98. Resultados de laboratorio – parte XII

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Puntos de monitoreo										Res 0631 de 2015 Art.8	Cumplimiento
			Aguas Abajo-INDUCOL S.A.	Descarga-Celta	Descarga-RENOBOY S.A.	Vertimiento Barranquillita	Aguas Abajo Colector Mallorquín	Descarga EDAR Campo De La Cruz	Aguas Arriba-Campo De La Cruz	Aguas Abajo Campo De La Cruz	Descarga-Aguas Del Sur - Manatí	Aguas Abajo-Aguas Del Sur - Manatí		
			100	101	102	103	104	105	106	107	108	109		
			1/11/22	1/11/22	4/11/22	24/10/22	24/10/2022	27/10/2022	27/10/2022	27/10/2022	28/10/2022	28/10/2022		
			10:00	14:00	14:00	9:00	11:00	10:00	11:00	12:00	12:00	13:00		
			ID 179911	ID 179912	ID 179914	ID 179915	ID 179916	ID 179917	ID 179918	ID 179919	ID 179920	ID 179921		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	34,6	<2,0	7,1	6,2	18,3	50,2	46,8	47,5	345,8	100,3	90,00	No cumple ID179920; ID179921
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	70	<10	19	19	43	132	105	115	924	262	180,00	No cumple ID179920; ID179921
Fósforo total	mg P/L	0,0329	0,35	<0,05	3,03	0,10	0,21	3,22	1,50	1,52	2,79	3,28	AyR	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	22	<10	<10	<10	<10	<10	<10	24	<10	26	20,00	No cumple ID179911; ID179919: ID179921
Nitratos-Cl	mg N-NO_3/L	0,0079	<0,3	0,8	<0,3	0,4	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	AyR	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	91,5	<5,0	7,0	222,5	177,5	193,0	<5,0	36,5	52,0	20,9	90,00	No cumple ID179911; ID179915; ID179916; ID179917
Nitrógeno total	mg/L	±2,94	28,8	0,7	39,2	0,8	1,0	10,2	1,7	10,1	20,0	31,6	AyR	NA
Microbiológicos														
Coliformes totales	NMP/100mL	±0,20	350000	2400	16000000	54000	160000	28000	54000	160000	790000	22000	NE	NA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	±0,18	23000	40	3500000	930	160000	4900	2200	92000	20000	22000	NE	NA

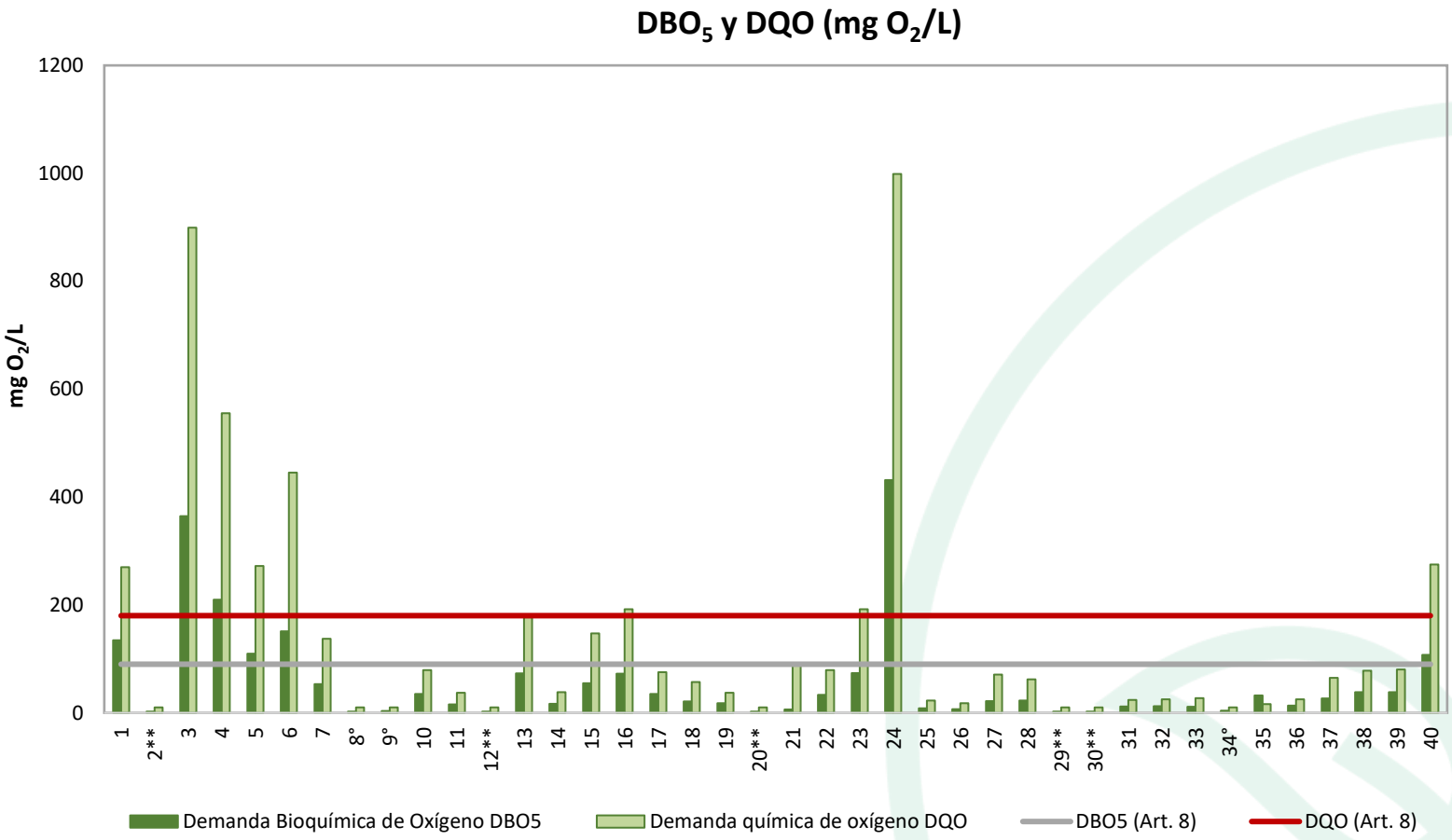
AyR: Análisis y Reporte; NE: No especifica; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., DAPHNIA LTDA y LIMA S.A.S., 2022.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5 a cinco días. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

De acuerdo con la actividad biológica del Agua Residual Doméstica (ARD) evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron concentraciones por debajo de los máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015 (artículo 8) en la mayoría de los puntos (80,73%), lo cual permite identificar que estos puntos monitoreados presentan adecuadas condiciones de calidad del recurso en cuanto a la carga orgánica se refiere.

Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar que la mayoría de los puntos de monitoreo presentaron bajas concentraciones de materia orgánica, no obstante, se presentó desviación normativa con respecto al artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015, en 24 de los 109 puntos de monitoreo, como se puede observar en la **Gráfica 25** a la **Gráfica 27.**

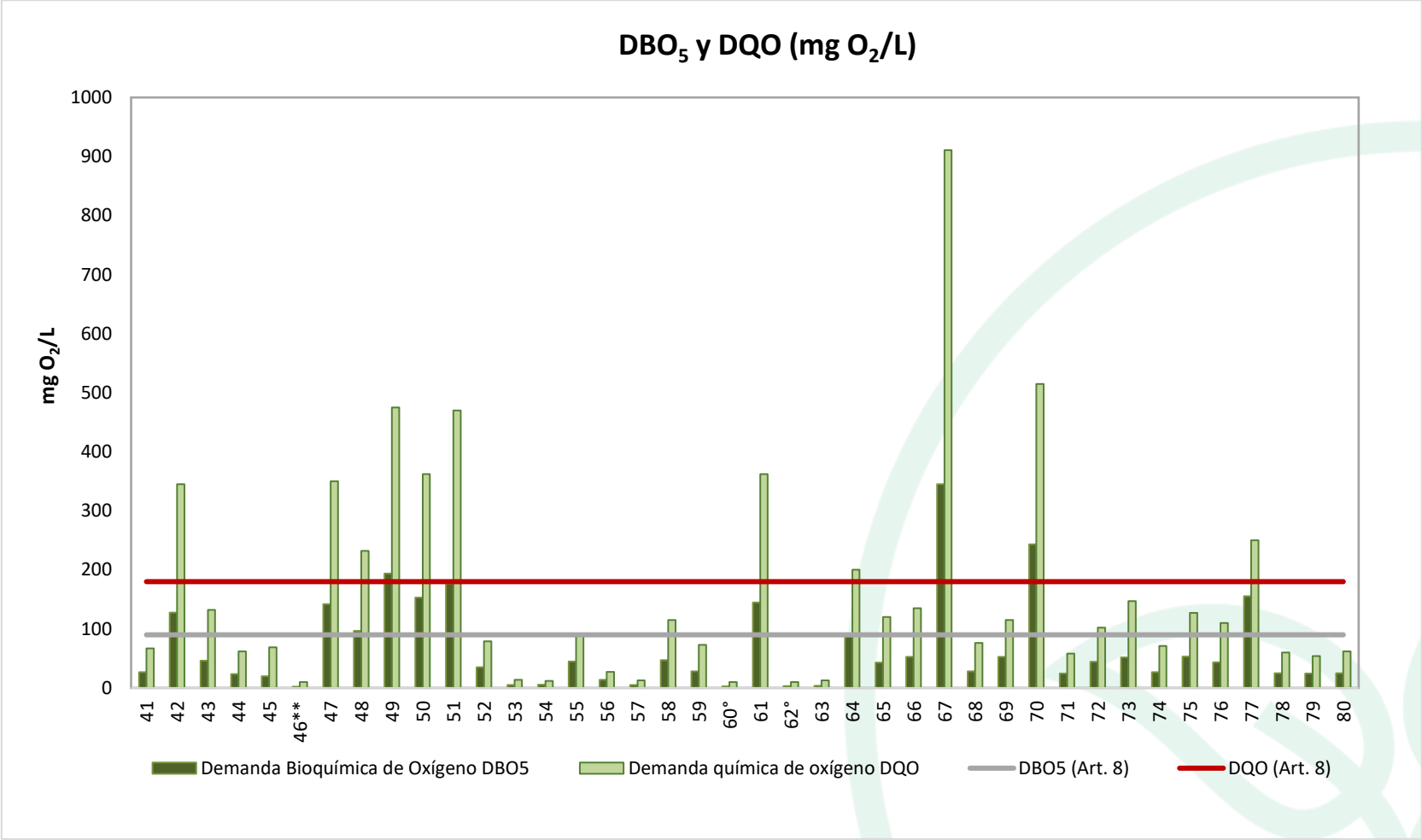


°: valores de DQO por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

***: valores de DBO_5 y DQO por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

Gráfica 25. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – parte I.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

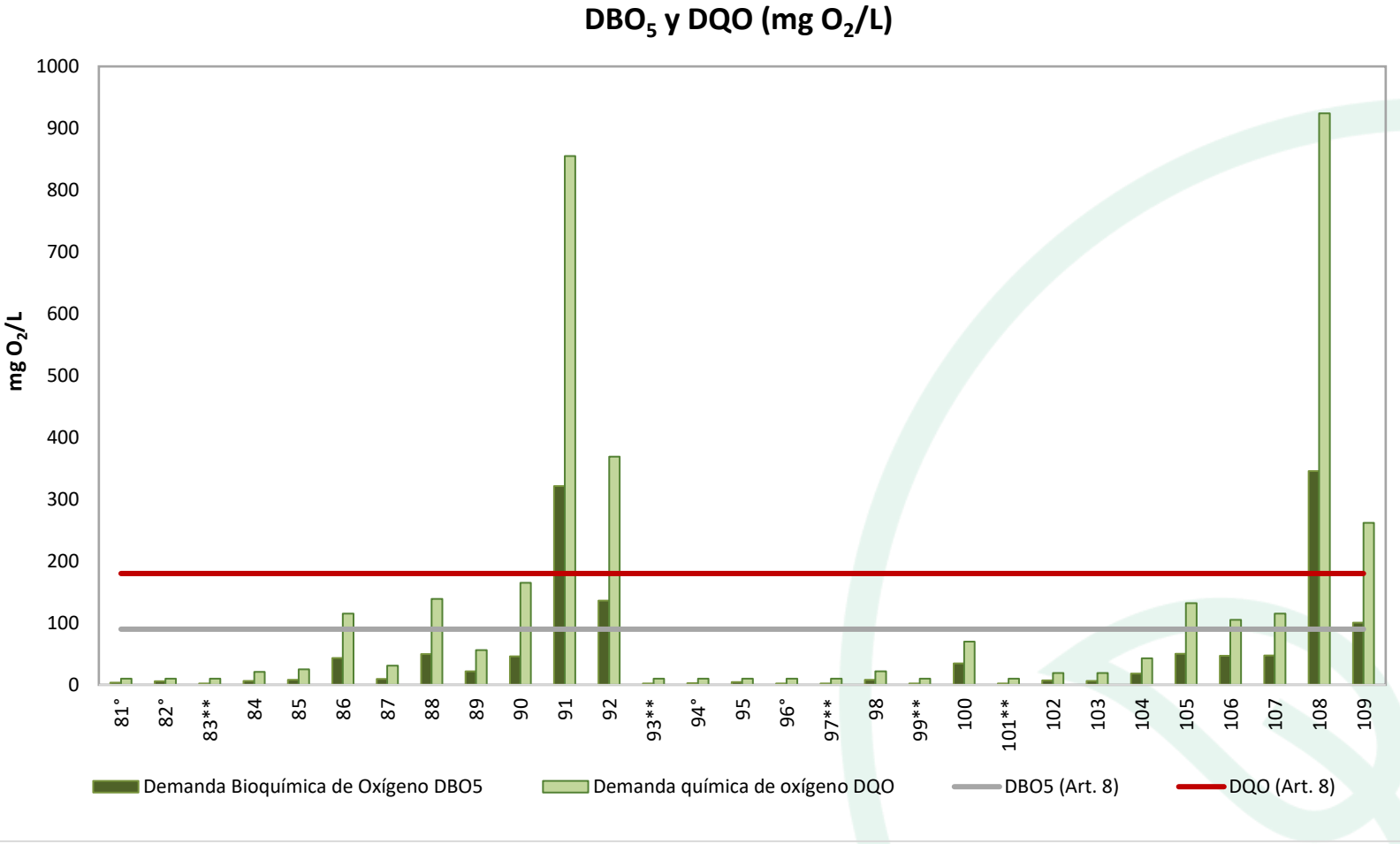


°: valores de DQO por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

***: valores de DBO_5 y DQO por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

Gráfica 26. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – parte II.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



°: valores de DQO por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

***: valores de DBO_5 y DQO por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

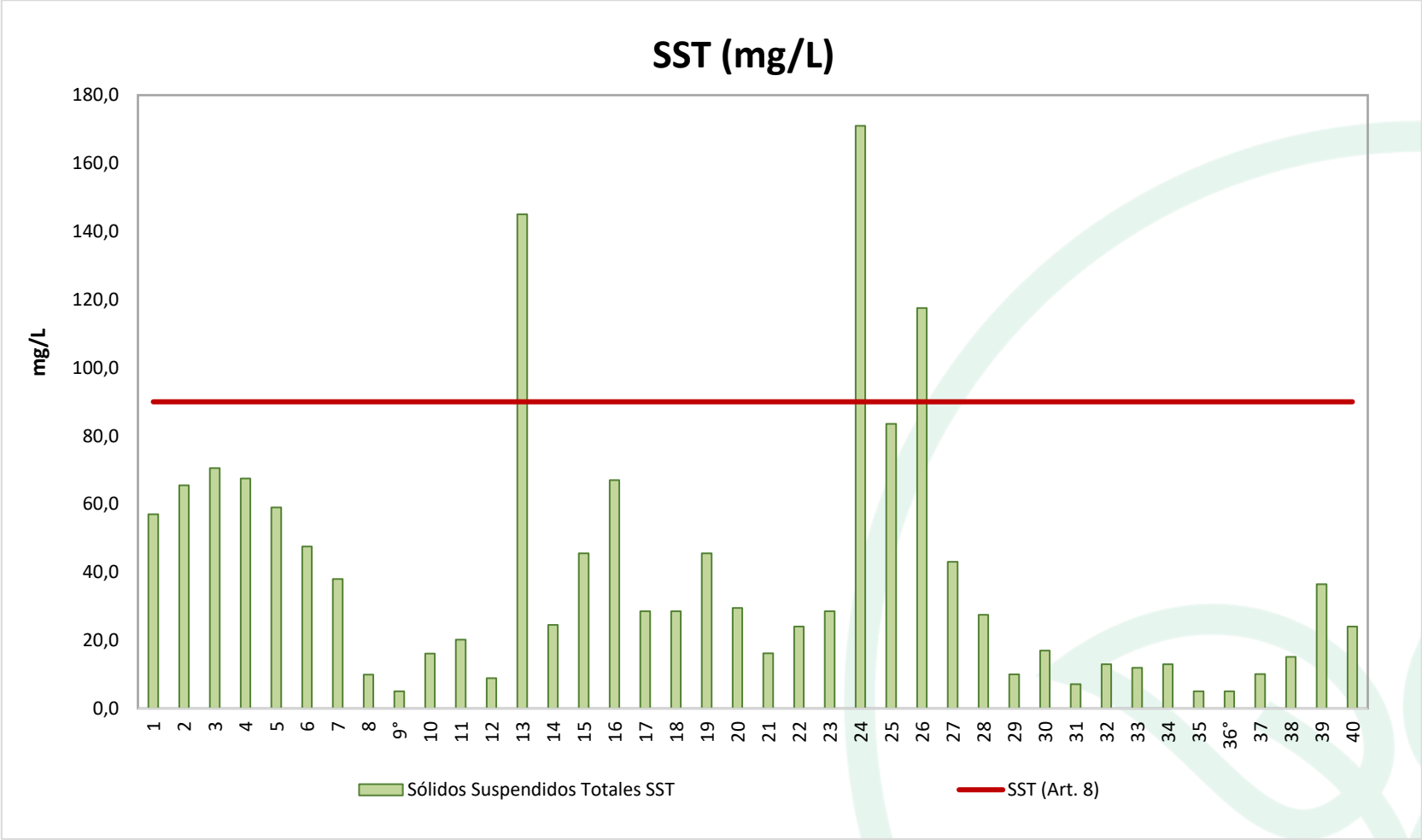
Gráfica 27. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – parte III.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar.

Los valores obtenidos presentan bajas concentraciones en los puntos de monitoreo, donde incluso se reportan valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica empleada por el laboratorio. Sin embargo, se presenta desviación en 9 puntos (8,26%) con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 0631 de 2015, artículo 8, siendo de 90,00 mg/L; lo que se puede observar en la **Gráfica 28** a la **Gráfica 30.**

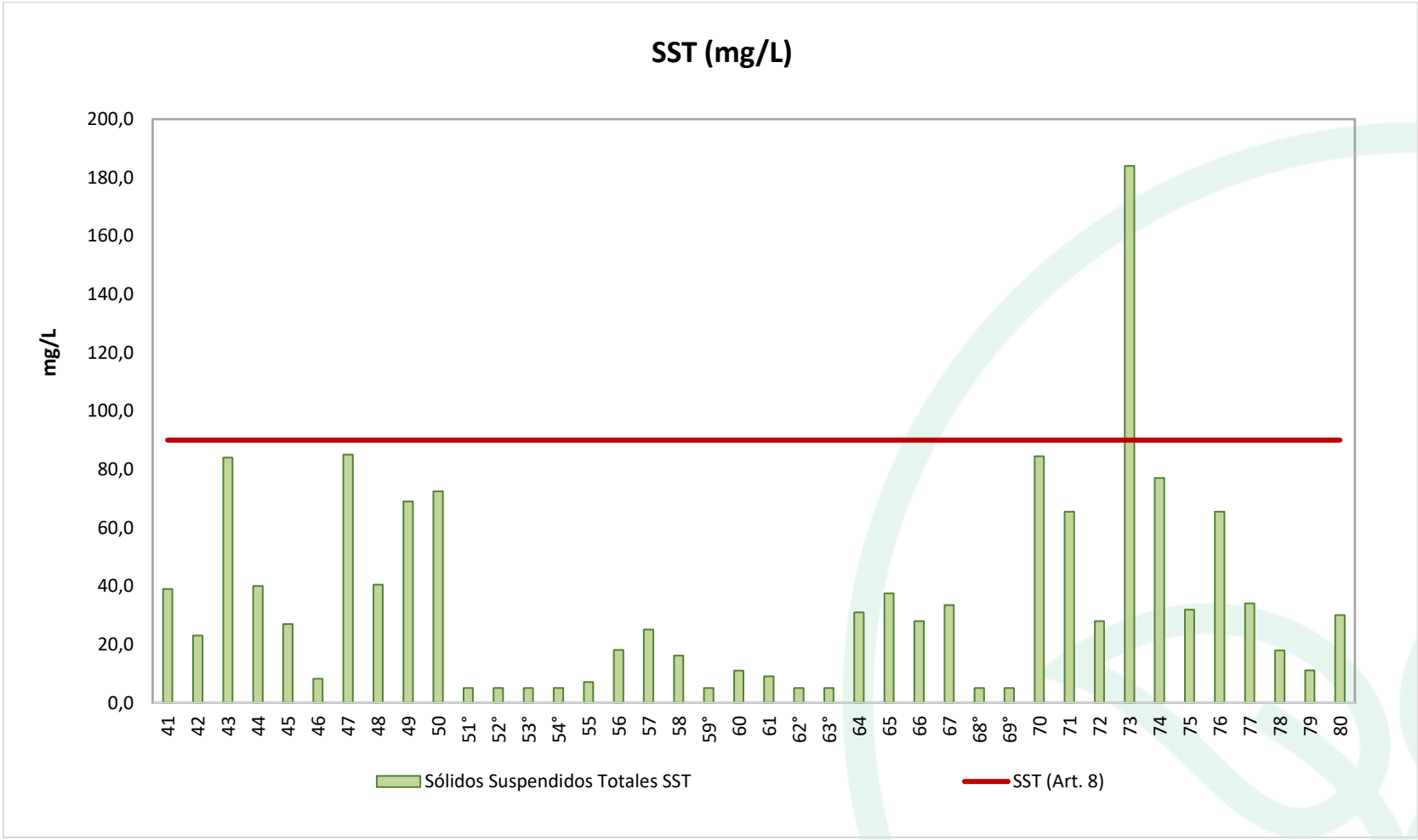
El punto que evidenció mayor desviación fue Vertimiento Barranquillita (COD 103) con una concentración de 222,5 mg/L (Ver **Gráfica 30**).



°: valores de SST por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Gráfica 28. Cumplimiento de SST – parte I

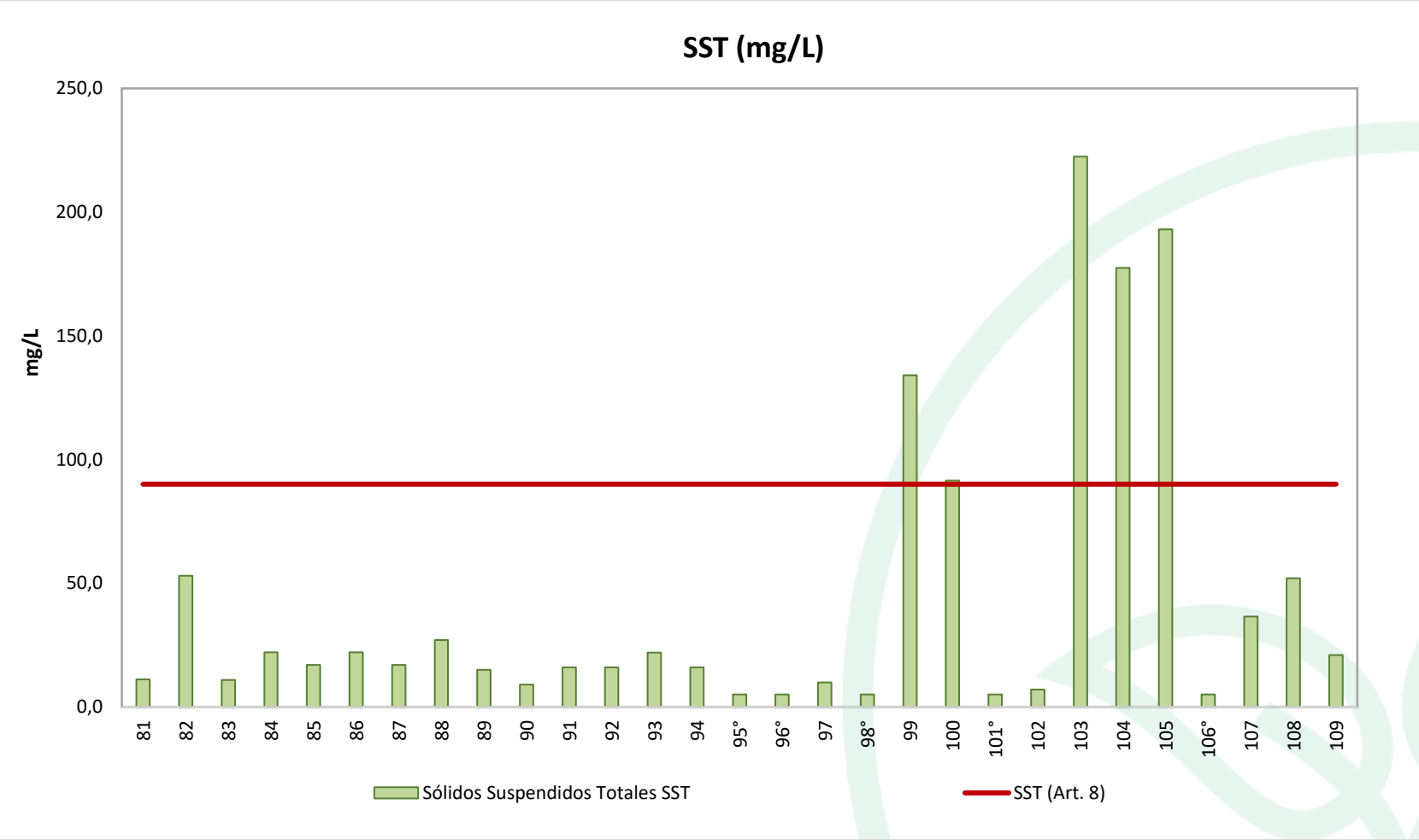
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



°: valores de SST por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Gráfica 29. Cumplimiento de SST – parte II

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



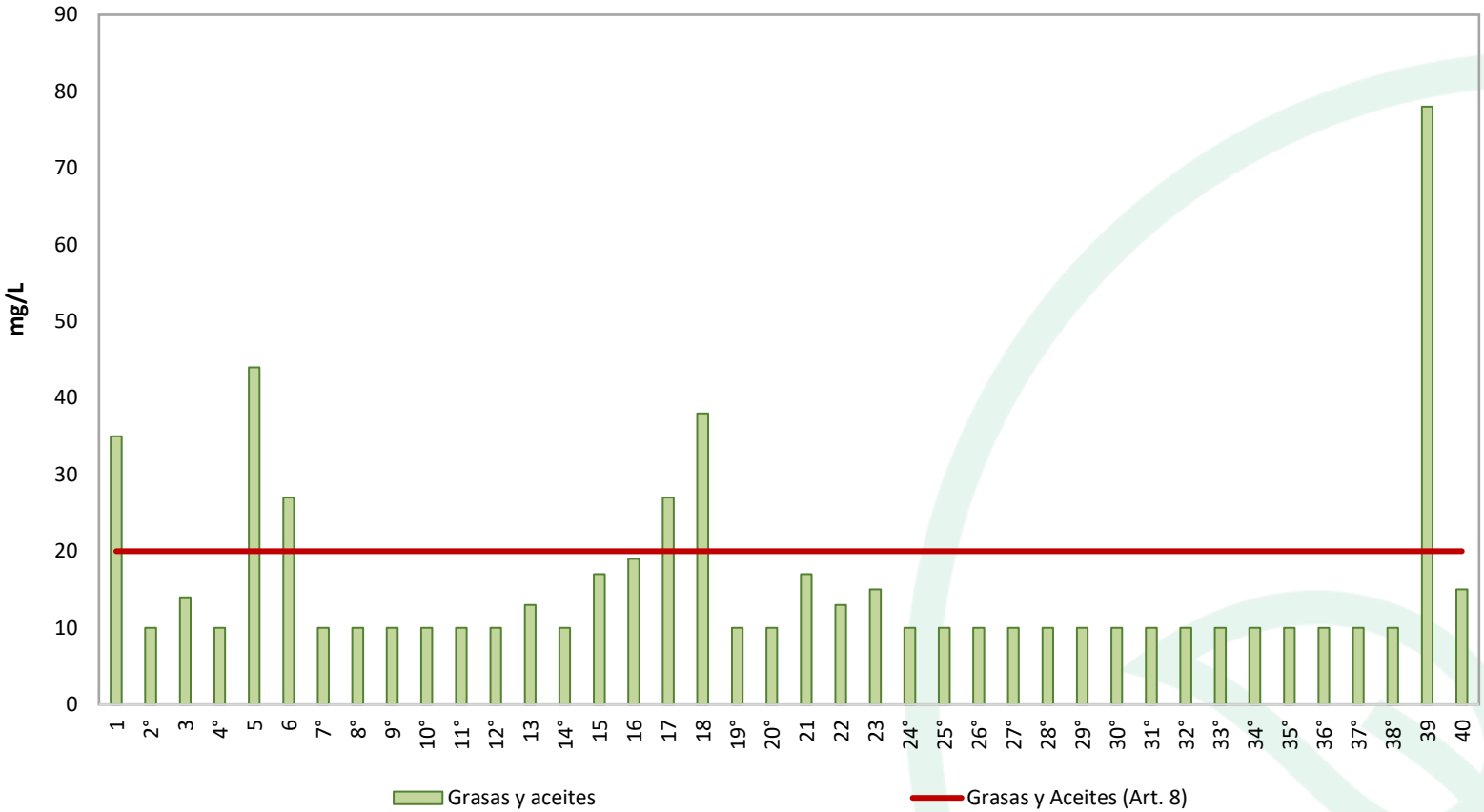
°: valores de SST por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Gráfica 30. Cumplimiento de SST – parte III

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos por ácidos grasos de origen animal y vegetal, tal como los hidrocarburos del petróleo (Romero, 2009) (IDEAM, 2007). Corresponden a aquellas sustancias de naturaleza lipídica, estables, que, al ser inmiscibles con el agua, permanecen en la superficie, originando natas y espumas. (Bravo, Osorno, & Emmanuel, 2016).

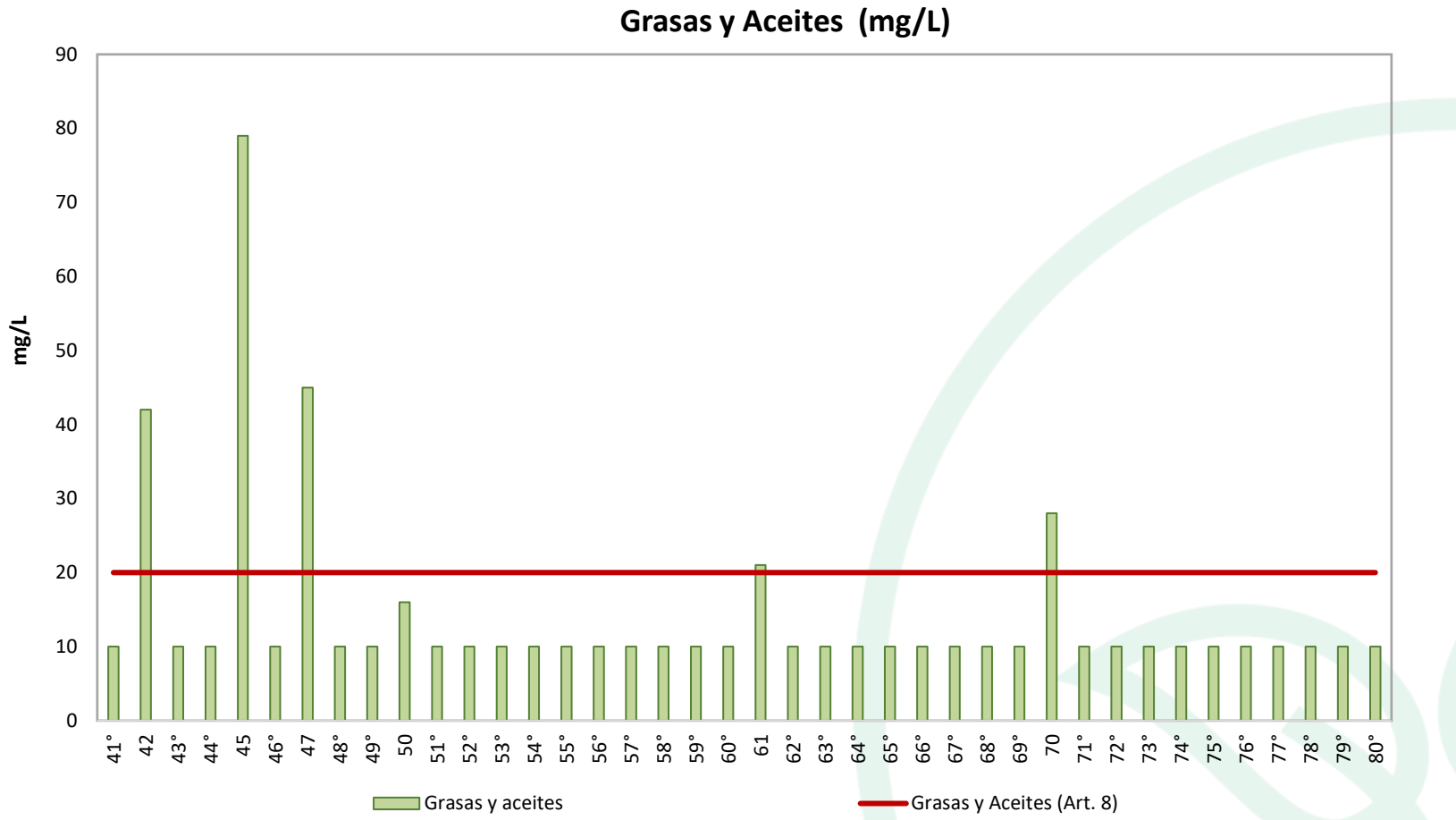
Las concentraciones de Grasas y Aceites presentaron valores bajos, siendo que el 77,06% de los puntos de monitoreo se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L. Sin embargo, 14 puntos (12,84%) presentaron desviación con respecto a la Resolución 0631 de 2015, articulo 8, donde el punto que evidenció mayor desviación fue Calle 11 Carrera 16 (COD 45) con una concentración de 79 mg/L (Ver **Gráfica 32).**



°: valores de Grasas y Aceites por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Gráfica 31. Cumplimiento de Grasas y Aceites – parte I

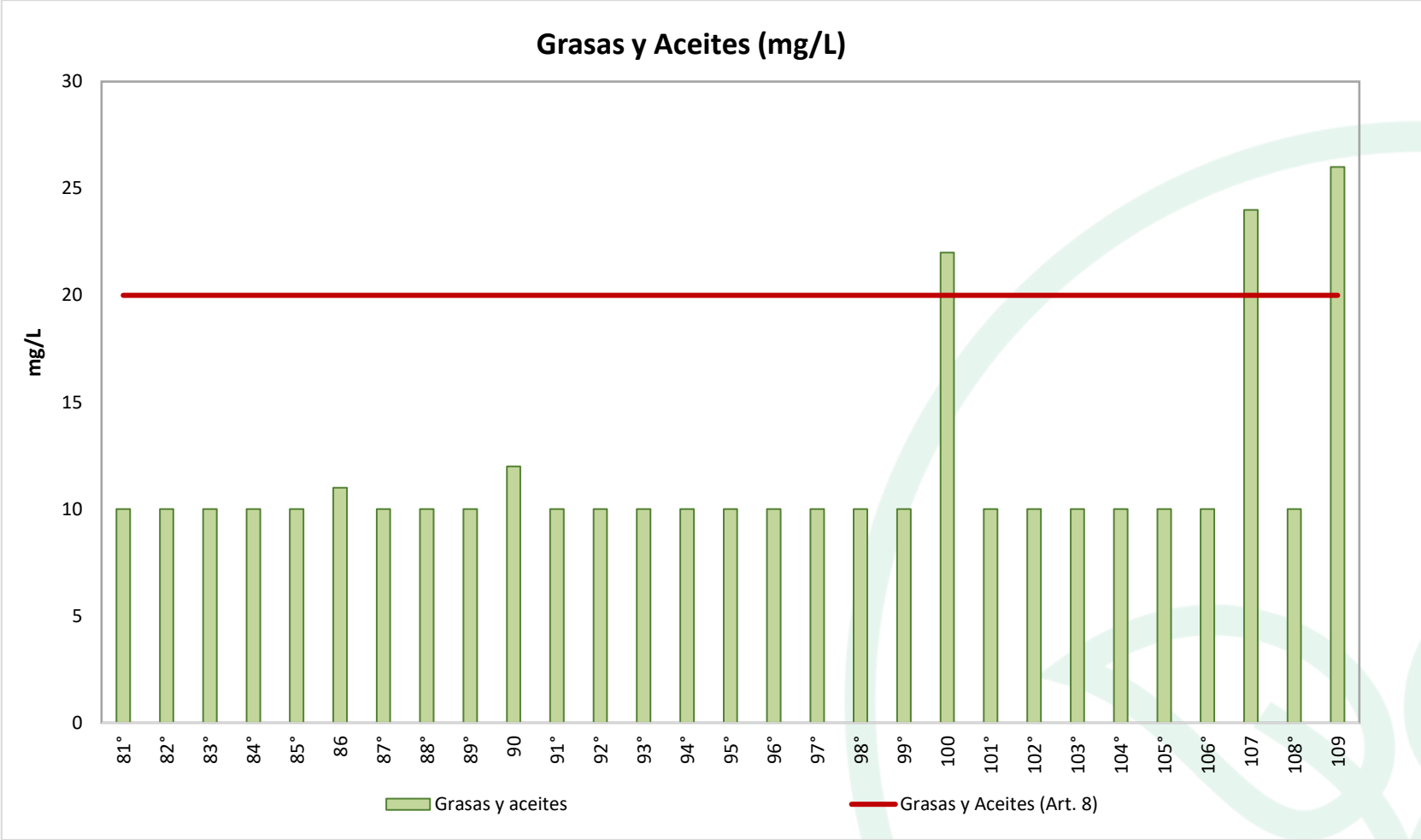
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



°: valores de Grasas y Aceites por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Gráfica 32. Cumplimiento de Grasas y Aceites – parte II

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



°: valores de Grasas y Aceites por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.

Gráfica 33. Cumplimiento de Grasas y Aceites – parte III

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Los compuestos de fósforo se encuentran presente en las aguas residuales domésticas principalmente como fruto de su uso en detergentes o como parte de las excreciones humanas (Dall'Aglio Sobrinho, Matsumoto, Sánchez Ortiz, Gebara, & Teixeira Correia, 2013). Los resultados obtenidos de Fósforo Total presentaron un rango de <0,05 mg/L a 9,43 mg/L (Aguas Abajo Planta de Galvess – COD 92).

El nitrógeno (N) es un contaminante presente en las aguas residuales que debe ser eliminado por múltiples razones: reduce el oxígeno disuelto de las aguas superficiales, es tóxico para el ecosistema acuático, entraña un riesgo para la salud pública y junto al fósforo (P), son responsables del crecimiento desmesurado de organismos fotosintéticos (eutrofización). El nitrógeno total es la suma de todas las formas de nitrógeno presentes en el agua, incluidos el amoníaco y el nitrógeno enlazado orgánicamente (nitrógeno total Kjeldahl), el nitrito y el nitrato.

Los nitratos son compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno, (NO_3^-), es una de las formas de nitrógeno de mayor interés en las aguas naturales, residuales y residuales tratadas, se presenta generalmente a nivel de trazas en el agua de superficie, pero puede alcanzar niveles elevados en las subterráneas. El nitrato se encuentra sólo en pequeñas cantidades en las aguas residuales domésticas, pero en el diluyente de las plantas de tratamiento biológico desnitrificante, el nitrato puede encontrarse en concentraciones de hasta 30 mg de nitrato como N/L. El nitrato es un nutriente esencial para muchos autótrofos fotosintéticos, y en algunos casos ha sido identificado como el determinante del crecimiento de estos. Una concentración alta de nitratos es indicio de una etapa mayor de mineralización de los compuestos nitrogenados. En las aguas de algunos pozos suele encontrarse cantidades apreciables de nitratos, lo que es objetable desde el punto de vista sanitario.

De acuerdo con lo anterior, se evidenció que los resultados de laboratorio para el parámetro Nitratos se presentó concentraciones aceptables de acuerdo con lo establecido en la literatura, en un rango de <0,3 mg N-NO_3-/L a 61,1 mg N-NO_3-/L (Salida de PTAR Steel City – COD 88).

Así mismo, las concentraciones para Nitrógeno Total reportaron valores en un rango de 0,5 mg N/L a 425,7 mg N/L (Punto De Descarga DIMAR – COD 82).

Los coliformes están presentes en las heces humanas y de animales, por tal razón es normal encontrar concentraciones elevadas en las aguas residuales domésticas, por tanto, son indicadores de contaminación fecal. Los coliformes totales reportaron valores entre 45 NMP/100 mL a 16000000 NMP/100 mL, mientras que para coliformes termotolerantes se reportaron valores entre 20 NMP/100 mL a 16000000 NMP/100 mL.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual Doméstica (ARD), se concluye lo siguiente:

- Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*), para pH se evidenció un cumplimiento del 98,17% con respecto a los rangos máximos establecidos en el artículo 8, presentando desviación en el punto P1 (Alícuota 4) y en el punto Aguas Abajo Colector Mallorquín (Alícuota 3 y Alícuota 4). La temperatura evidenció un cumplimiento del 100% con respecto al artículo 5 de la Resolución 0631 de 2015.

- Los resultados de laboratorio presentaron un 80,73% de cumplimiento para Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO_5, un 77,98% de cumplimiento para Demanda Química de Oxígeno DQO, un 87,16% de cumplimiento para Grasas y Aceites y un 91,74% de cumplimiento para Sólidos Suspendidos Totales SST, con respecto a lo establecido en el artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

20 de febrero 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/baranoa-50360/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/barranquilla-3539/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/galapa-50364/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/juan-de-acosta-50362/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/luruaco-50357/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/manati-50353/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/palmar-de-varela-50367/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/polonuevo-50365/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/ponedera-34237/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/puerto-colombia-47118/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/repelon-50352/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/sabanagrande-34109/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/sabanalarga-50358/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/santo-tomas-50366/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/soledad-53735/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/suan-50354/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/tubara-50363/
- https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/usiacuri-50361/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/sabanagrande-34109/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.

- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 99** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 99. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	Reporte SERAMBIENTE	34
	DAPHNIA LTDA	Reporte DAPHNIA	109
	LIMA S.A.S.	Reporte LIMA	65
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Cadenas de custodia	135
		Plan de monitoreo	4
		Planillas de campo	94
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1169 de 2022	9
		Resolución 2577 de 2022	30
	DAPHNIA LTDA	Resolución 0533 de 2021	26
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua residual no doméstica, ejecutada los días 19, 20 y 23 de enero de 2023.

BARANOA- BARRANQUILLA-GALAPA-PALMAR DE VARELA-SANTO TOMÁS, ATLÁNTICO
Enero 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 12

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 12

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 16

4. RESULTADOS 21

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 21

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 24

5. CONCLUSIONES 32

6. REFERENCIA 34

7. ANEXOS 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica – Relleno Sanitario Los Pocitos 17

Figura 2. Localización geográfica – Relleno Sanitario Henequén 18

Figura 3. Localización geográfica – Relleno Sanitario Henequén Lixiviados..... 18

Figura 4. Localización geográfica – Relleno Sanitario Puerto Rico..... 19

Figura 5. Localización geográfica – Relleno Sanitario las Margaritas..... 19

Figura 6. Localización geográfica – Relleno Sanitario El Clavo 20

Figura 7. Escala de pH. 22

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario Pocitos (Galapa)..... 14

Fotografía 2. Punto control etapa uno en el Relleno Sanitario Henequén(Barranquilla, vía Henequén) 14

Fotografía 3. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario Henequén (Barranquilla, vía Henequén) 15

Fotografía 4. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario Puerto Rico (Baranoa) 15

Fotografía 5. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario las Margaritas(Santo Tomas)..... 15

Fotografía 6. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario El Clavo (Palmar de Varela) 15

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de pH – Art 14 de la Res 631/2015. 22

Gráfica 2. Cumplimiento de temperatura. 23

Gráfica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – Art 14 Res 631/2015. 27

Gráfica 4. Cumplimiento de Fenoles – Art 14 Res 631/2015 28

Gráfica 5. Cumplimiento de Grasas y Aceites – Art 14 Res 631/2015 29

Gráfica 6. Cumplimiento de SST – Art 14 Res 631/2015 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 10

Tabla 2. Identificación de la muestra. 11

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ*. 13

Tabla 4. Método empleado para el análisis de las muestras. 13

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 17

Tabla 7. Mediciones en campo Vs Cumplimiento de la norma 21

Tabla 8. Resultados de laboratorio. 24

Tabla 9. Anexos del informe técnico 36

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar la calidad del agua residual no doméstica y sus características fisicoquímicas y microbiológicas (6) puntos de vertimientos ubicados dentro de la jurisdicción de la **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA**, con el fin de dar cumplimiento al programa de seguimiento y monitoreo de la compañía, así como las exigencias de la autoridad ambiental.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos para el agua residual no doméstica por medio de mediciones in Situ y la toma de muestras para analizar en laboratorio.

- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada, durante el periodo de monitoreo

- Verificar los resultados de las muestras con el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente, Resolución 631 de 2015, artículos 5 y 14.

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Resolución 0631 de 2015: Por la cual, se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

- **Artículo 5:** Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica.
- **Artículo 14:** parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas - ARnD de actividades de tratamiento y disposición de residuos.

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
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.

Organizaciones en estudio	
Razón social	**RELLENO SANITARIO LOS POCITOS**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Galapa
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos
Razón social	**RELLENO SANITARIO HENEQUEN**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Barranquilla
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos
Razón social	**RELLENO SANITARIO PUERTO RICO**

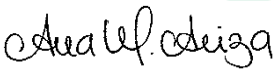
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Baranoa
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos

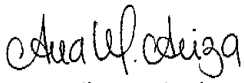
Razón social	**RELLENO SANIATRIO LAS MARGARITAS**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Santo Tomas
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos

Razón social	**RELLENO SANIATRIO EL CLAVO**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Palmar de Varela
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos

2.3 Responsables del informe

Elaboró:
Alan Pérez Caballero

Revisó 
Ana Milena Ariza lanco

Aprobó: 
Ana Milena Ariza lanco

2.4 Empresa responsable del estudio

La CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**,** contrató los servicios de SERAMBIENTE S.A.S., para desarrollar el monitoreo de agua residual no doméstica, en los síes (6) puntos de vertimientos ubicados dentro de la jurisdicción de la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA. SERAMBIENTE S.A.S es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM, a través de la Resolución 2577 de 08 noviembre de 2022, para producir información cuantitativa física y química para los

estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes; esta se encuentra ubicada en la carrera 41 # 73B-72 en la ciudad de Barranquilla.

El laboratorio responsable de cada uno de los análisis de la muestra y su respectiva resolución de acreditación ante el IDEAM se detallan en la siguiente **Tabla 1**.

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S	Cloruro	Resolución 2577 de 2022
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Fluoruros	
	Grasas y aceites	
	Nitratos	
	Nitritos	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Sulfatos	
	Temperatura	
SGS COLOMBIA S.A.S BOGOTÁ	Aluminio	Resolución 0790 de 2022
	Boro total	
LIMA S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Arsénico total	Resolución 0780 de 2022
	Berilio total	
	Cadmio total	
	Cobalto total	
	Cobre total	
	Cromo total	
	Hierro total	
	Litio total	
	Mercurio total	
	Manganeso total	
	Molibdeno total	
	Níquel total	
	Plomo total	
	Selenio total	
	Vanadio total	
	Zinc total	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., SGS COLOMBIA S.A.S., LIMA S.A.S, y CIS LAB., 2023.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las

muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		Departamento del Atlántico	
Tipo de estudio		Agua residual no doméstica	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
189903	14197	19/01/2023	Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos
189907		20/01/2023	Punto 2. Punto control etapa uno, R.S Henequén
189908		20/01/2023	Punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén
189910		23/01/2023	Punto 4. Piscina de lixiviados, R.S Puerto Rico
189912		23/01/2023	Punto 5. Piscina de lixiviados, R.S Las Margaritas
189914		23/01/2023	Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales fueron determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas en los seis (6) puntos de vertimientos ubicados dentro de la jurisdicción de la **Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA**, en el departamento del Atlántico.

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).

Se realizó la toma de muestras los días 19, 20 y 23 de enero de 2023. Así mismo, se efectúo la medición de los parámetros in situ (Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, pH, Temperatura).

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).

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de*, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua residual no doméstica; estos se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de las muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B - Edición 23, 2017	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Fluoruros - Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. Agosto 1993	0,15	0,0900
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Nitratos-Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. agosto 1993	0,3	0,0079
Nitritos	SM 4500 NO2 B - Edición 23, 2017	0,0050	0,0378
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	10	0,025
Metales totales			
Aluminio total	SM 3030 K - EPA 200.8	0,090	0,01
Arsénico total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,003	0,093
Berilio total		0,002	0,107
Boro total	SM 3030 K - EPA 200.8	0,090	0,03
Cadmio total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,101
Cobalto total		0,002	0,081
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,079
Hierro total		0,003	0,171
Litio total		0,003	0,079
Manganeso total		0,002	0,097
Mercurio total	SM 3112 B. 3120 B. 2017	0,0005	0,167
Molibdeno total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,084
Níquel total		0,003	0,087
Plomo total		0,003	0,089
Selenio total		0,003	0,089

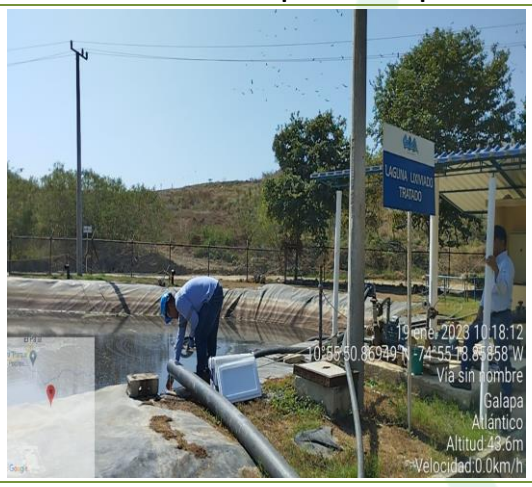
Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Vanadio total		0,002	0,088
Zinc total		0,003	0,110
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	1,8	±0,18
Coliformes totales	SM 9221 B	1,8	±0,20

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., SGS COLOMBIA S.A., LIMA S.A.S. y CIS LAB., 2023.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo simple –FO-PO-PSM-45-01 , Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

	
Fotografía 1. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario Pocitos (Galapa)	**Fotografía 2. Punto control etapa uno en el Relleno Sanitario Henequén(Barranquilla, vía Henequén)**

Fotografía 3. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario Henequén (Barranquilla, vía Henequén)

Fotografía 4. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario Puerto Rico (Baranoa)

Fotografía 5. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario las Margaritas(Santo Tomas)

Fotografía 6. Piscina de Lixiviados de Vertimiento ARnD Relleno Sanitario El Clavo (Palmar de Varela)

Descripción
Agua residual no doméstica
Los puntos se encuentran ubicados en los vertimientos localizados dentro la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA., en el departamento del Atlántico. Los cuales se denominan: • **Piscina de Lixiviados**: Estos puntos con este nombre hacen referencia unos rellenos sanitarios específicos tales como: relleno sanitario Henequén, relleno sanitario Puerto Rico, relleno sanitario Las Margaritas, relleno sanitario El Clavo, relleno sanitario Los Pocitos, que se encuentra ubicados dentro la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA; todas estas muestras presentaron una apariencia turbia. • **Punto control etapa uno:** El punto de monitoreo se encuentra ubicado relleno sanitario henequén, que está dentro la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, mostro un agua de apariencia clara.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en los Rellenos Sanitario Henequén, Puerto Rico, Las Margaritas, El Clavo y Los Pocitos, localizados dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Baranoa tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 26,7°C. La precipitación es de 1655 mm aproximadamente. (www.es.climate-data.org/).

Barranquilla se encuentra a 52 metros sobre el nivel del mar. Barranquilla Presenta un clima tropical, según la clasificación de Köppen Geiger, este es considerado Aw, lo que indica que posee una estación seca extensa, mientras que la estación lluviosa es corta, pero con una alta precipitación de 1396 mm, la temperatura media anual es de 27,1 °C. (Climate-data.org, 2023).

Galapa el clima aquí es tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. En Galapa, la temperatura media anual es de 26.8 °C. La precipitación es de 1251 mm al año.

Palmar de Varela el clima es tropical en Palmar de Varela. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Palmar de Varela. Este clima es considerado Aw según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Palmar de Varela es 27.3 °C. Precipitaciones aquí promedios 1906 mm.

Santo tomas tiene un clima tropical. En invierno, hay mucha menos lluvia en Santo Tomás que en verano. Esta ubicación está clasificada como Aw por Köppen y Geiger. En Santo Tomás, la temperatura media anual es de 27.1 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 1906 mm.

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos	189903	10:15	54m	10°55'50.75" N	2766557.892 N
				74°55'18.78" W	4790044.480 E
Punto 2. Punto control etapa uno, R.S Henequén	189907	10:15	14m	11° 1'34.61" N	2777074.407 N
				74°51'17.80" W	4797424.773 E
Punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén	189908	10:50	24m	11° 0'15.42" N	2774639.800 N
				74°51'6.36" W	4797756.899 E
Punto 4. Piscina de lixiviados, R.S Puerto Rico	189910	10:50	158m	10°48'10.07" N	2752442.047 N
				74°58'20.41" W	4784438.898 E
Punto 5. Piscina de lixiviados, R.S Las Margaritas	189912	12:05	30m	10°44'57.65" N	2746413.814 N
				74°47'50.63" W	4803529.848 E
Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo	189914	14:25	14m	10°42'16.66" N	2741452.259 N
				74°46'15.66" W	4806385.866 E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Figura 1. Localización geográfica – Relleno Sanitario Los Pocitos

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica – Relleno Sanitario Henequén

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica – Relleno Sanitario Henequén Lixiviados

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 4. Localización geográfica – Relleno Sanitario Puerto Rico
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 5. Localización geográfica – Relleno Sanitario las Margaritas
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 6. Localización geográfica – Relleno Sanitario El Clavo
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El análisis de los parámetros en aguas se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los límites permisibles establecidos por la normatividad. Las comparaciones se realizarán teniendo en cuenta el artículo 5 para la temperatura y el artículo 14 correspondiente a los parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD tratamiento y disposición de residuos.

4.1 Mediciones en Campo

En la **Tabla 7**, se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo.

Tabla 7. Mediciones en campo Vs Cumplimiento de la norma

Vertimiento ARnD	**Fecha**	**Hora**	**Parámetros *In-Situ***				
Puntos de Muestreo			**INC**	**±0,046**	**NA**	**±5,047**	**±0,012**
			ID	**pH (Unidades)**	**Temperatura * °C**	**Oxígeno disuelto mg/L**	**Conductividad µS/cm**
Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos	19/01/23	10:15	189903	8,27	29,4	0,7	18,02
Punto 2. Punto control etapa uno, R.S Henequén	20/01/23	10:15	189907	8,31	29,2	2,3	2,01
Punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén	20/01/23	10:50	189908	8,33	28,4	1,5	16,49
Punto 4. Piscina de lixiviados, R.S Puerto Rico	23/01/23	10:55	189910	8,46	31,4	3,8	2,49
Punto 5. Piscina de lixiviados, R.S Las Margaritas	23/01/23	12:05	189912	8,33	28,4	1,5	16,48
Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo	23/01/23	14:25	189914	8,61	28,5	1,0	26,3
Rango				8,31- 8,61	28,4- 31,4	0,7- 3,8	2,01- 26,3
Res 631 de 2015, Art 14 (tratamiento y disposición de residuos).				6-9	≤40	NE	NE
Cumplimiento				Cumplen	Cumplen	-	-

*NA: No aplica *: artículo 5.*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de

hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 7.** (Prichard, 2003).

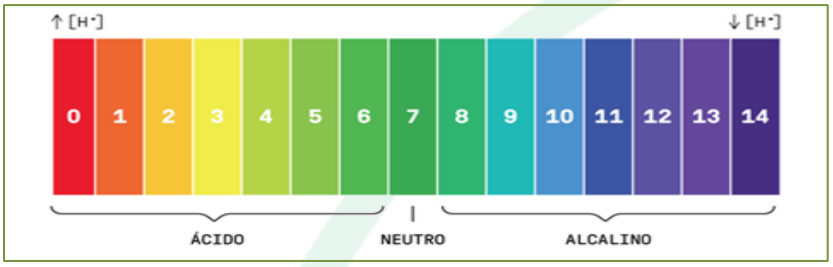
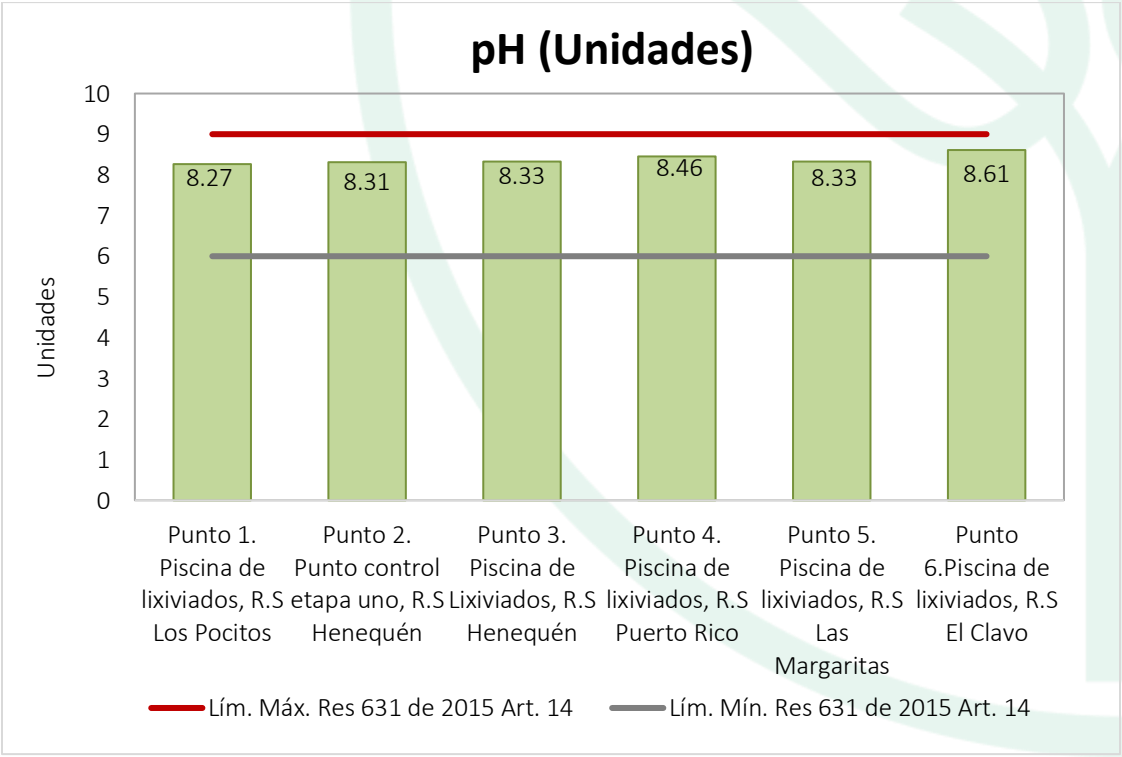


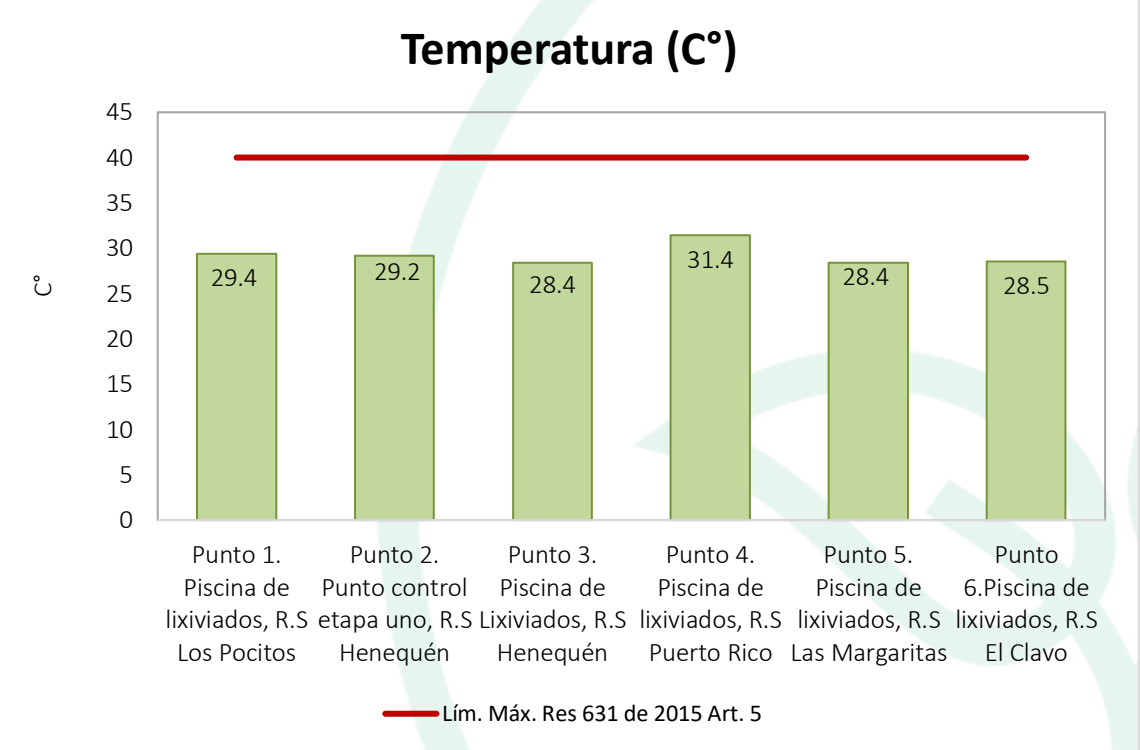
Figura 7. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento alcalino en los puntos de vertimiento ubicados dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico. Todos los puntos de monitoreo presentaron cumplimiento del rango de 6,00 a 9,00 unidades, establecido en el artículo 14, de la Resolución 631 de 2015. Lo anterior se puede ver reflejado en la **Grafica 1Error! Reference source not found.**.



Grafica 1. Cumplimiento de pH – Art 14 de la Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos. De esta forma se evidencia el cumplimiento con lo establecido en artículo 5, de la Resolución 0631 de 2015, ya que se presentaron valores por debajo de 40°C.



Grafica 2. Cumplimiento de temperatura.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, la conductividad es una expresión numérica de la habilidad del agua para transportar una corriente eléctrica que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas (Romero, 2009). De los valores reportados se encuentra que el valor mínimo corresponde a 2,01 µS/cm en el Punto 2. Punto Control Etapa Uno, R.S Henequén y el valor máximo fue de 26,3 µS/cm en el Punto 6. Piscina de lixiviados, R.S El Clavo.

En lo que respecta a las mediciones de oxígeno disuelto, se evidencian concentraciones en un rango de 0,7 mg/L en el punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos a 3,8 mg/L en el Punto 4. Piscina de lixiviados, R.S Puerto Rico.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 8** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo y el cumplimento de la normatividad ambiental vigente.

Tabla 8. Resultados de laboratorio.

Parámetros	Unidades	Incerti-dumbre	Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos	Punto 2. Punto control etapa uno, R.S Henequén	Punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén	Punto 4. Piscina de lixiviados, R.S Puerto Rico	Punto 5. Piscina de lixiviados, R.S Las Margaritas	Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo	Resolución 631 de 2015 Art. 14	Cumplimiento
			ID 189903	ID 189907	ID 189908	ID 189910	ID 189912	ID 189914		
Cloruro	mg Cl^-/L	0,087	3926*	9003*	4658*	479	213	3616*	500	Cumplen/*No cumplen
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	782,7	2406,7*	491,0	308,9	501,5	1230,5*	800	Cumplen/*No cumplen
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	1853	6308*	1226	751	826	4055*	2000	Cumplen/*No cumplen
Fenoles	mg P/L	0,0081	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	Cumplen
Fluoruros - Cl	mg F-/L	0,09	**	1,03	0,36	0,86	< 0,15	**	NE	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,015	< 10	15	< 10	255*	< 10	< 10	50	Cumplen/*No cumplen
Nitratos-Cl	mg N-NO_3 - /L	0,0079	**	2,9	< 0,3	< 0,3	< 0,3	**	AyR	NA
Nitritos	mg N-NO_2 - /L	0,0378	< 0,0050	4,4308	< 0,0050	0,1082	< 0,0050	**	AyR	NA
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	190,9	286,5	187,5	11,1	24,1	11,0	400	Cumplen
Sulfatos	mg SO_4 - /L	0,025	119	11	995*	< 10	< 10	129	600	Cumplen/*No cumplen
Microbiológicos										
Coliformes total	NMP/100 mL	±0,20	20	3500	2400	16000	16000	2300	NE	NA
Coliformes Termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	±0,18	20	830	790	1400	3500	200	NE	NA

Parámetros	Unidades	Incerti-dumbre	Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos	Punto 2. Punto control etapa uno, R.S Henequén	Punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén	Punto 4. Piscina de lixiviados, R.S Puerto Rico	Punto 5. Piscina de lixiviados, R.S Las Margaritas	Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo	Resolución 631 de 2015 Art. 14	Cumplimiento
			ID 189903	ID 189907	ID 189908	ID 189910	ID 189912	ID 189914		
Metales totales										
Aluminio total	mg/L	0,090	0,356	1,014	0,960	0,255	0,175	10,428*	3	Cumplen/*No cumplen
Arsénico total	mg/L	0,003	0,057	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,1	Cumplen
Berilio total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	AyR	NA
Boro total	mg/L	0.090	4,832	10,316	2,520	0.793	0.689	3.901	AyR	NA
Cadmio total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05	Cumplen
Cobalto total	mg/L	0,002	0,026	0,079	<0,002	<0,002	<0,002	0,064	AyR	NA
Cobre total	mg/L	0,002	<0,002	0,03	0,03	0,003	<0,002	0,019	AyR	NA
Cromo total	mg/L	0,002	0,048	0,063	0,021	<0,002	0,005	0,265	AyR	NA
Hierro total	mg/L	0,003	0,328	3,70	1,02	0,657	0,38	3,27	NE	NA
Litio total	mg/L	0,003	0,108	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	AyR	NA
Manganeso total	mg/L	0,002	0,186	0,19	0,099	0,626	0,683	0,393	NE	NA
Mercurio total	mg/L	0,0005	0,0012	0,003	0,006	<0,0005	0,001	<0,0005	0,01	Cumplen
Molibdeno total	mg/L	0,002	<0,002	0,009	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	AyR	NA
Níquel total	mg/L	0,003	0,173	0,259	0,064	0,022	0,015	0,328	0,5	Cumplen
Plomo total	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,2	Cumplen
Selenio total	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,2	Cumplen
Vanadio total	mg/L	0,002	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,089	1	Cumplen
Zinc total	mg/L	0,003	0,034	0,123	0,047	0,04	0,026	0,261	NE	NA

NA: No Aplica, NE: No específica, AyR: Análisis y reporte

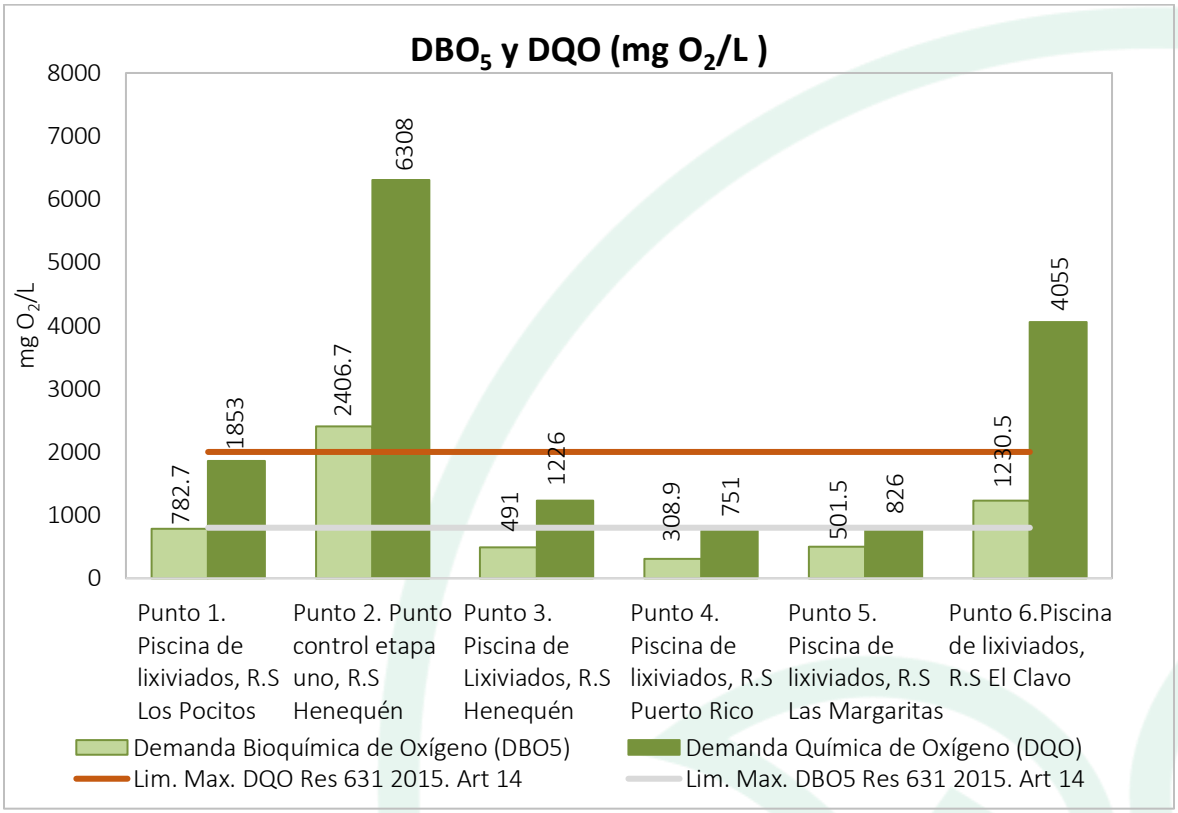
***: El mensurando no se pudo determinar, debido a la naturaleza de la muestra*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., SGS COLOMBIA S.A.S, LIMA S.A.S, Y CIS LAB, 2023.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO_5. Esencialmente, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (IDEAM, 2007). Por tal motivo, la DBO_5 es un parámetro de mayor transcendencia debido a que ayuda a determinar la carga de polución que pueden generar los desechos industriales.

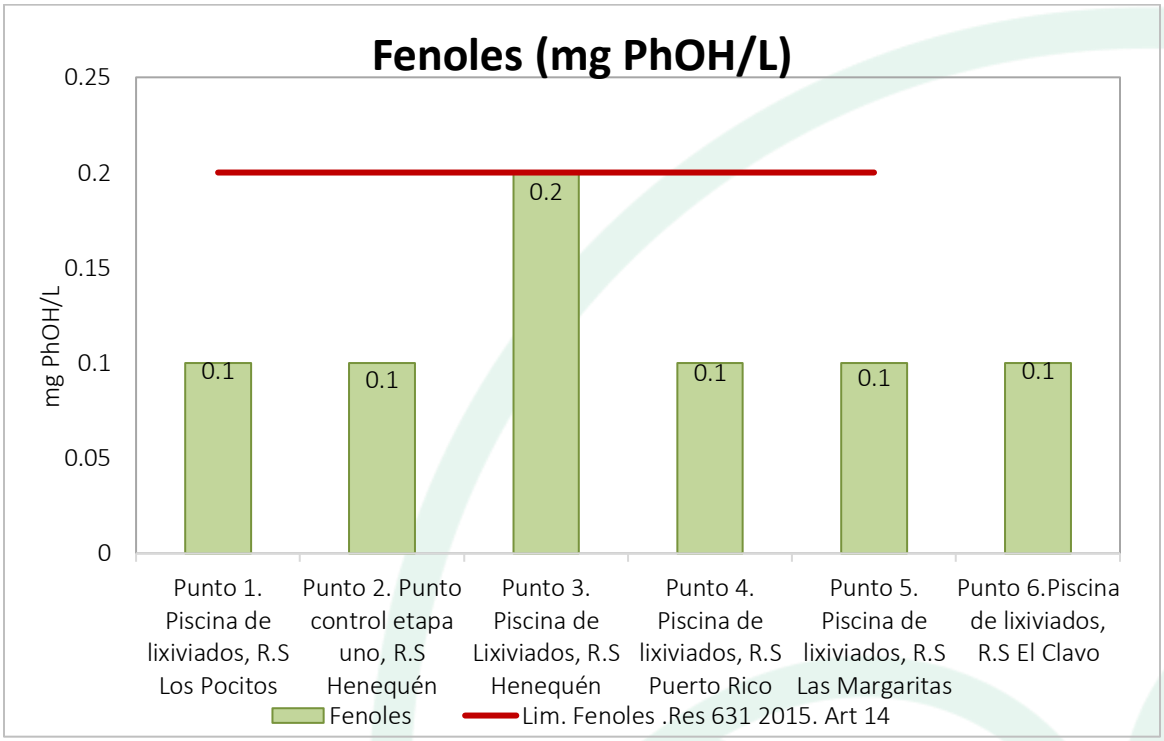
De acuerdo con la actividad biológica del agua residual no doméstica evaluada en los puntos, se identifica una baja influencia por parte de la materia orgánica biodegradable y oxidable, debido a que se reportaron el cumplimiento en la mayoría de puntos monitoreados, a excepción de los puntos, Punto 2. Control Etapa Uno del R.S Henequén y Punto 6. Piscina de Lixiviados del R.S El Clavo, presentando concentraciones por encima del límite permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 14 (tratamiento y disposición de residuos).

Por su parte, el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) arrojó un resultado mayor que el reportado para la DBO_5, esto se debe a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, es decir, que el oxidante químico es capaz de reaccionar con sustancias de difícil biodegradación para los microorganismos. Con respecto a los resultados obtenidos se pudo evidenciar el mismo comportamiento de cumplimiento reportado en la DBO_5 para los puntos de monitoreo, a excepción del Punto 2. Punto Control Etapa Uno del R.S Henequén y Punto 6. Piscina de Lixiviados del R.S El Clavo, que presentaron desviación con respecto al artículo 14 de la Resolución 631 de 2015; lo anterior se puede observar en la **Grafica 3.**



Grafica 3. Cumplimiento de DBO_5 y DQO – Art 14 Res 631/2015.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

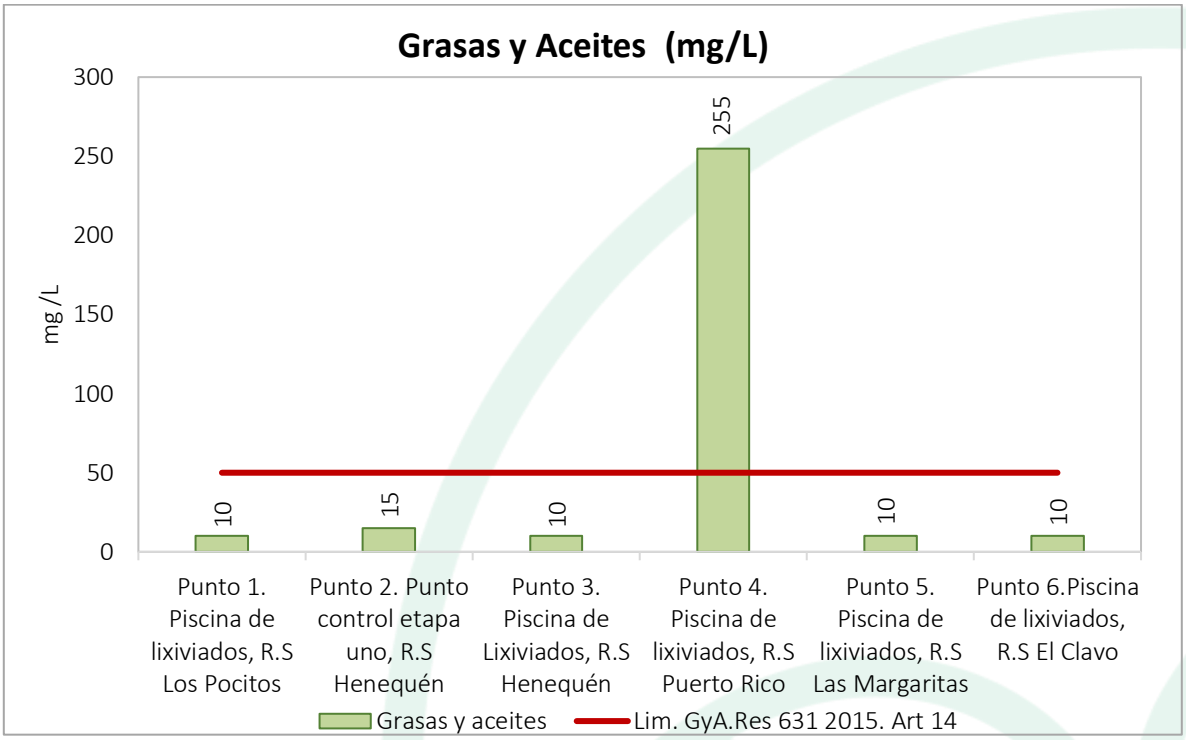
Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron en cumplimiento con respecto al artículo 14 (tratamiento y disposición de residuos); lo anterior se puede observar en la **Grafica 4. .**



Grafica 4. Cumplimiento de Fenoles – Art 14 Res 631/2015

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

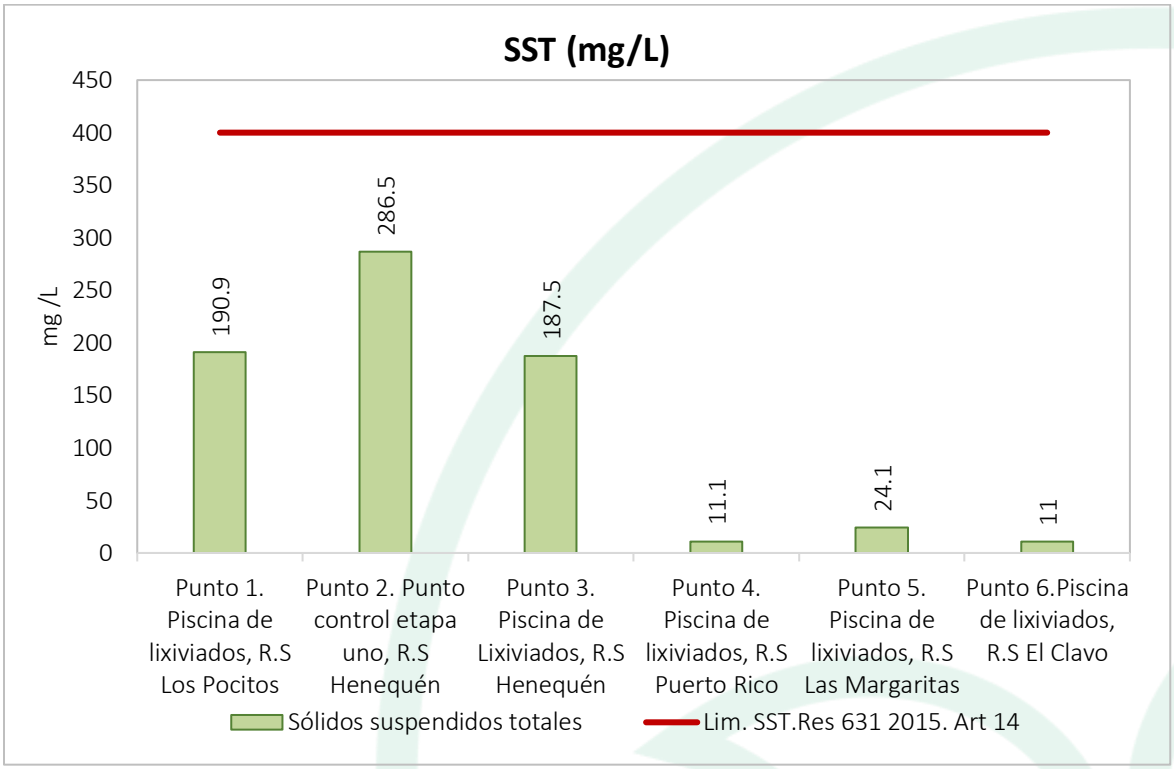
Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en el punto 4. Piscina Lixiviados, R.S Puerto Rico se presentó desviación con respecto al límite máximo establecido en la norma, en cambio el resto de puntos se reportaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de 10 mg/L, evidenciando el cumplimiento con respecto a la Resolución 0631 de 2015, articulo 14(tratamiento y disposición de residuos); lo anterior se puede observar en la **Grafica 5.**



Grafica 5. Cumplimiento de Grasas y Aceites – Art 14 Res 631/2015

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentaron cumplimiento con respecto al máximo permisible establecido en la Resolución 631 de 2015, artículo 14 (tratamiento y disposición de residuos); lo anterior se puede observar en la **Grafica 6.**



**: Valor por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis.*

Grafica 6. Cumplimiento de SST – Art 14 Res 631/2015

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Se analizó el parámetro de sulfatos el cual presenta cumplimiento para todos los puntos muestreado con respecto a la resolución 631 de 2015 artículo 14 (tratamiento y disposición de residuos), con excepción del punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén, el cual presentó una concentración de 995 mg SO4-/L.

Los resultados de Cloruros mostraron un comportamiento que se encontró por encima del límite establecido en el artículo 14(tratamiento y disposición de residuos), en los Puntos 1. Piscina de lixiviados R.S. Los Pocitos, Punto 2. Punto Control Etapa Uno R.S Henequén y Punto 3. Piscina lixiviados R.S. Henequén, y Punto 6. Piscina lixiviados R.S. El Clavo.

Se realizó el análisis de fluoruros, en donde se evidencian bajas concentraciones en un rango de <0,15 a 1,03 mg F-/L; sin embargo, para los puntos Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos y Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo, no se pudo realizar el análisis de este parámetro dado la naturaleza de la muestra.

El análisis de la concentración de aluminio en los diferentes puntos dio como resultado el cumplimiento de casi todos los rellenos, menos el Punto 6. Piscina lixiviados, R.S El Clavo donde se obtuvo un valor 10,428 mg/L que está por encima 3mg/L que es límite establecido en el artículo 14 (tratamiento y disposición de residuos), resolución 631 de 2015,

Las concentraciones obtenidas de metales como el Arsénico total , Cadmio total, Cobalto total, Mercurio total, Níquel total , Plomo total , Selenio total, Vanadio total , presentan valores bajos, lo cual evidencia el cumplimiento con los límites establecidos en el artículo 14, teniendo en cuenta la Resolución 631 de 2015, el resto de metales muestreados tales como Berilio total, Cobalto total, Cobre total, Cromo total, Litio total, Molibdeno total; son parámetros fueron analizados y reportados por el laboratorio, algunos parámetros como el Hierro total, Manganeso total, Zinc total, no son especificados por la resolución 631 de 2015, articulo 14 (tratamiento y disposición de residuos).

Por último, para los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentan concentraciones características del tipo de muestra analizada. Cabe resaltar que este parámetro no se encuentra especificado en el artículo 14 (tratamiento y disposición de residuos) de la resolución 631 de 2015.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados por laboratorio de las muestras de Agua Residual no Doméstica (ARnD), se concluye lo siguiente:

Con respecto a los valores obtenidos en campo (*In situ*) de pH y temperatura, se evidenció un cumplimiento del 100% con respecto a los valores y rangos máximos establecidos en el artículo 5 para temperatura y artículo 14 para pH de la Resolución 631 de 2015, por su parte, para los puntos de monitoreo; el oxígeno y la conductividad eléctrica tuvieron valores normales para el tipo de muestra.

Para el caso de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentaron concentraciones características del tipo de agua analizada.

Teniendo en cuenta los resultados de la medición de laboratorio en los 6 puntos de vertimientos ubicados dentro de la jurisdicción de la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA, se pudo evidenciar cumplimiento de todos los parámetros para los puntos de monitoreo teniendo en cuenta lo establecido en la resolución 631 de 2015 articulo 14 (tratamiento y disposición de residuos); con excepción del aluminio total para el punto 6. Piscina de lixiviados, R.S El Clavo; el cloruro para los Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos, Punto 2. Punto control etapa uno, R.S Henequén, Punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén, Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo, sulfatos para el Punto 3. Piscina de Lixiviados, R.S Henequén; en la demanda bioquímica de oxígeno para los Punto 2. Punto control etapa uno, R.S Henequén y Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo; la demanda química de oxígeno Punto 2. Punto control etapa uno y Punto 6. Piscina de lixiviados, R.S El Clavo; para las grasas y aceites Punto 4. Piscina de lixiviados, R.S Puerto Rico.

No se pudo realizar los análisis de algunos parámetros como fluoruros – cl, nitratos-cl y nitritos en los Punto 1. Piscina de lixiviados, R.S Los Pocitos, Punto 6.Piscina de lixiviados, R.S El Clavo dado la naturaleza de la muestra.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

29 de marzo 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. REFERENCIA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN 631 DE 2015.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/baranoa-50360/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/barranquilla-3539/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/galapa-50364/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/palmar-de-varela-50367/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/santo-tomas-50366/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapitulOIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-

- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 9**, se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 9. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	ReporteSERAMBIENTE	4
	LIMA S.A.S.	ReporteLIMA	4
	SGS COLOMBIA S.A.S BOGOTÁ	ReporteSGS	9
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	ReporteCISLAB	3
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Cadenas _custodia	12
		Formatos_campo	9
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 2577 de 2022	30
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11
	SGS COLOMBIA S.A. BOGOTA	Resolución 0790 de 2022	21
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
Anexo 4. Registro fotográfico			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial ejecutada los días 19 y 24 de enero de 2023.

BARRANQUILLA, ATLÁNTICO
ENERO 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 8

2.3 RESPONSABLES DEL INFORME 8

2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 11

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 11

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 13

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

4. RESULTADOS 16

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 16

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 21

4.3 ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS 30

4.3.1 Índice de calidad de agua en corrientes superficiales (ICA) 30

4.3.1.1 Oxígeno disuelto (OD) 30

4.3.1.2 Sólidos suspendidos totales 30

4.3.1.3 Demanda química de oxígeno (DQO) 31

4.3.1.4 Conductividad eléctrica (C, E) 31

4.3.1.5 pH 31

4.3.2 Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) 32

4.3.3 Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS) 33

4.3.4 Índice de Contaminación por pH (ICOpH) 33

5. CONCLUSIONES 35

6. BIBLIOGRAFÍA 37

7. ANEXOS 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de los puntos de monitoreo -1..... 15

Figura 2. Localización geográfica de los puntos de monitoreo-2 15

Figura 3. Escala de pH. 18

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Jaguey medialuna..... 13

Fotografía 2. Arroyo aguas arriba del botadero..... 13

Fotografía 3. Arroyo aguas arriba del botadero..... 13

Fotografía 4. Toma de parámetros *IN SITU*..... 13

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento del pH 18

Gráfica 2. Cumplimiento del Oxígeno Disuelto. 20

Gráfica 3. Comportamiento de la DBO_5 y DQO 25

Gráfica 4. Comportamiento de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) 26

Gráfica 5. Cumplimiento de los coliformes termotolerantes y totales. 27

Gráfica 6. Cumplimiento de Hierro total 28

Gráfica 7. Cumplimiento de Manganeso total 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 9

Tabla 2. Identificación de las muestras. 10

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ* 12

Tabla 4. Método empleado para el análisis de la muestra. 12

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 13

Tabla 6. Identificación y coordenadas de los puntos de monitoreo. 14

Tabla 7. Resultados *In situ*. 17

Tabla 8. Comparación resultados *In situ* (pH) con la normativa aplicable. 17

Tabla 9. Comparación resultados *In situ* (OD) con la normativa aplicable. 19

Tabla 10. Clasificación de la calidad del agua de acuerdo con la concentración de Oxígeno. 19

Tabla 11. Mineralización del agua a partir de la conductividad 20

Tabla 12. Cumplimiento de la normativa aplicable vigente. 22

Tabla 13. Escala de clasificación de calidad de agua superficial con base en la DBO_5. 24

Tabla 14. Escala de clasificación de calidad de agua superficial con base en la DQO. 24

Tabla 15. Escala de clasificación de calidad de agua superficial con base en los Sólidos Suspendidos Totales 26

Tabla 16. Variables y ponderaciones para caso de 5 variables 32

Tabla 17. Clasificación del ICA 32

Tabla 18. Valor obtenido (índice) – ICA 5 Variables 32

Tabla 19. Significancia de los índices de contaminación (ICOs) 34

Tabla 20. Resultado final de la determinación de ICOSUS/ICOMO/ICOpH 34

Tabla 21. Anexos del informe técnico 38

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar a partir del monitoreo ejecutado en el mes de enero la calidad del agua superficial en tres (3) puntos, ubicados en cuerpos de agua del departamento del Atlántico, seleccionados por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA, con el fin de verificar el estado de la calidad del agua para su programa de control y seguimiento ambiental.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos de las fuentes hídricas por medio de mediciones in situ y la toma de muestras para analizar en laboratorio
- Preparar un informe técnico, en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada durante el periodo de monitoreo.
- Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente, Decreto 1076 de 2015, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Determinar la calidad del recurso hídrico por medio de los cálculos de ICO's e ICA.

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Desde el punto de vista normativo, las características fisicoquímicas y microbiológica del agua superficial se comparan con la siguiente normativa:

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

- **Artículo 2.2.3.3.9.5:** Criterios de calidad para uso agrícola.
- **Artículo 2.2.3.3.9.6:** Criterios de calidad para uso pecuario.
- **Artículo 2.2.3.3.9.7:** Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario
- **Artículo 2.2.3.3.9.8:** Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario
- **Artículo 2.2.3.3.9.10:** Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

2.2 Información de la empresa

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO -CRA**
Ubicación	Barranquilla, Atlántico.
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.

2.3 Responsables del informe

Elaboró:

Rogers Blanco Paternina

Revisó y Aprobó:

Ana Milena Ariza Blanco

2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO -CRA, contrató los servicios de Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S., para desarrollar el estudio de caracterización de agua superficial. SERAMBIENTE S.A.S. es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, a través de la Resolución 2577 del 8 de noviembre de 2022 para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes. Esta se encuentra ubicada en la carrera 41 # 73B-72 en la ciudad de Barranquilla. En la **Tabla 1** se detalla el laboratorio responsable, los parámetros a analizar y su acreditación ante el IDEAM.

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Cloruro	Resolución 2577 de 2022
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Fluoruros -Cl	
	Grasas y aceites	
	Nitratos	
	Nitritos	
	Oxígeno disuelto	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales (SST)	
	Sulfatos	
	Temperatura	
TIP CISLAB (COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES LABORATORIOS ANALÍTICOS DE AMBIENTAL E HIDROCARBUROS)	Arsénico total	Resolución 0780 de 2022.
	Berilio total	
	Cadmio total	
	Cobalto total	
	Cobre total	
	Cromo total	
	Hierro total	
	Litio total	
	Manganeso total	
	Mercurio total	
	Molibdeno total	
	Níquel total	
	Plomo total	
	Selenio total	
	Vanadio total	
	Zinc total	
SGS COLOMBIA S.A. BOGOTA	Aluminio total	Resolución 0790 de 2022.
	Boro total	
LIMA S.A.S	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022.
	Coliformes totales	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, TIP CISLAB, SGS COLOMBIA S.A. BOGOTÁ Y LIMA S.A.S., 2023.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de toma de muestras.

Tabla 2. Identificación de las muestras.

Sitio de muestreo		Departamento del Atlántico	
Tipo de estudio		Agua superficial.	
Identificación de las muestras	**No. de reporte**	**Fecha**	**Punto**
189906	14485	19/01/2023	Jaguey medialuna
189915		24/01/2023	Arroyo aguas arriba del botadero
189916			Arroyo aguas abajo del botadero

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales, fueron realizar la toma de muestra de agua superficial para su caracterización fisicoquímica y microbiológica, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias establecidas por la autoridad ambiental.

Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del lnstituto 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).

Se realizó la toma de muestras los días 19 y 24 de enero de 2023, implementando la metodología descrita 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 muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestras se realizó de manera simple. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual se tomaron las muestras, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación *de conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ*

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18, B	NA	±0,014
Conductividad		SM 2510 B	NA	±5,047

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua superficial se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de la muestra.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D	0,1	0,0081
Fluoruros-Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. Agosto 1993	0,15	0,0900
Grasas y aceites	SM 5520 B	10	0,0154
Nitratos	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. Agosto 1993	O,3	0,0079
Nitritos	SM 4500 NO_2 B	0,0050	0,0378
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	SM 2540 D	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E	10	0,025
Metales			
Aluminio total	SM 3030K - EPA 200.8 - ICP/MS	0,090	0,01
Boro total		0,090	0,03
Arsénico total	SM 3030 F. 3120 B. Ed. 23, 2017 -Plasma emisión ICP-OES	0,003	0,093
Berilio total		0,002	0,107
Cadmio total		0,002	0,101
Cobalto total		0,002	0,081
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,079
Hierro total		0,003	0,171
Litio total		0,003	0,079
Manganeso total		0,002	0,097
Mercurio total		0,0005	0,167
Molibdeno total		0,002	0,084
Níquel total		0,003	0,087
Plomo total		0,003	0,089
Selenio total		0,003	0,089
Vanadio total		0,002	0,088
Zinc total		0,003	0,110
Microbiológicos			
Coliformes totales	SM Incubación de tubos múltiples SM 9221 B	1,8	±0,44

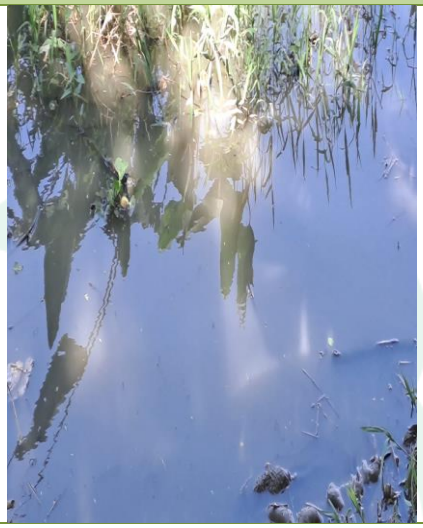
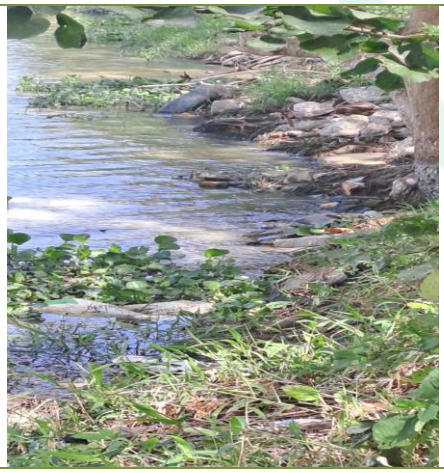
Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Coliformes termotolerantes	SM Incubación de tubos múltiples SM 9221 E	1,8	±0,42

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., TIP CISLAB, SGG COLOMBIA S.A. BOGOTA Y LIMA S.A.S., 2023.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo simple –FO-PO-PSM-45-01 , Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.

<table>
<tr><th colspan="3">Agua superficial</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Registro fotográfico</td><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Fotografía 1. Jaguey medialuna</td><td>Fotografía 2. Arroyo aguas arriba del botadero</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>Fotografía 3. Arroyo aguas arriba del botadero</td><td>Fotografía 4. Toma de parámetros IN SITU</td></tr>
<tr><th colspan="3">Descripción</th></tr>
<tr><td colspan="3">Los puntos se denominaron:</td></tr>
</table>

- **Jaguey medialuna**: Se percibe material flotante. La apariencia del agua fue **turbia.**
- **Arroyo aguas arriba del botadero**: Se percibe material flotante, olores penetrantes. La apariencia del agua fue **turbia.**
- **Arroyo aguas abajo del botadero**: Se percibe material flotante, olores penetrantes. La apariencia del agua fue **turbia.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, localizados en cuerpos de agua del departamento del Atlántico, seleccionadas por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico -CRA en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico.

La zona de estudio presenta 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. La temperatura media anual es de 27,1 °C. En un año, la precipitación es 1396 mm.(www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se localizaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y coordenadas planas Magna Sirgas con origen nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1 y Figura 2.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas de los puntos de monitoreo.

Características del monitoreo			Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Fecha**	**Cota de elevación (m)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Jaguey medialuna	189906	19/01/2023	53	10°55'25.94" N	2765796.147 N
				74°55'20.65" W	4789982.865 E
Arroyo aguas arriba del botadero	189915	24/01/2023	6	10°55'52.98" N	2766518.541 N
				74°45'35.85" W	4807739.762 E
Arroyo aguas abajo del botadero	189916	24/01/2023	6	10°55'52.90" N	2766516.075 N
				74°45'35.80" W	4807741.266 E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Figura 1. Localización geográfica de los puntos de monitoreo -1
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica de los puntos de monitoreo-2
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de agua superficial consignados en campo y los reportados por los laboratorios tras el análisis de las muestras tomadas, asimismo se evalúa el cumplimiento de cada uno de los parámetros, respecto a los criterios de calidad para destinación del recurso según el Decreto 1076 de 2015 por el cual se expide el Decreto Único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del cual se establece Sección 9, artículos 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10. Teniendo en cuenta las modificaciones dadas por el Decreto 703 de 2018.

4.1 Mediciones en campo

En la **Tabla 7,** se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo. Seguidamente, en la **Tabla 8** y **Tabla 9** se muestra la comparación con la normativa aplicable.

Tabla 7. Resultados *In situ*.

Puntos	ID	Hora	Fecha	Parámetros			
				pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad Eléctrica (µs/cm)	Temperatura (°C)
Jaguey medialuna	189906	11:15	19/01/2023	7,89	4,5	849	30,3
Arroyo aguas arriba del botadero	189915	11:00	24/01/2023	8,14	2,8	433	29,1
Arroyo aguas abajo del botadero	189916	11:30	24/01/2023	8,65	2,9	452	29,3

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Tabla 8. Comparación resultados *In situ* (pH) con la normativa aplicable.

Puntos	pH (Unidades)	Decreto 1076 de 2015				Cumplimiento			
		Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.7	Art 2.2.3.3.9.8	Art 2.2.3.3.9.10*	Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.7	Art 2.2.3.3.9.8	Art 2.2.3.3.9.10*
Jaguey medialuna	7,89	4,5 – 9,0	5,0 – 9,0	5,0 – 9,0	4,5 - 9,0	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Arroyo aguas arriba del botadero	8,14					Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Arroyo aguas abajo del botadero	8,65					Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

**Agua cálida dulce.*
Artículo 2.2.3.3.9.5: Transitorio. Criterios de calidad para uso agrícola.
Artículo 2.2.3.3.9.7: Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
Artículo 2.2.3.3.9.8: Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario
Artículo 2.2.3.3.9.10: Transitorio. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 3** (Prichard, 2003).

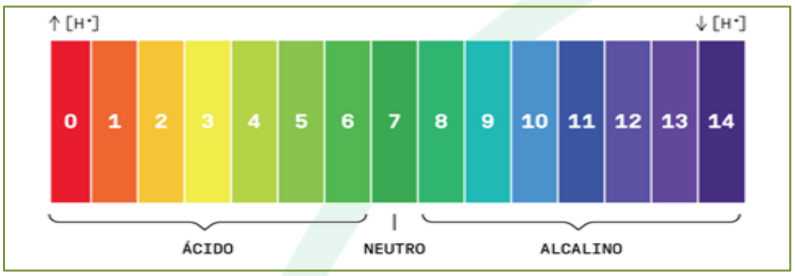
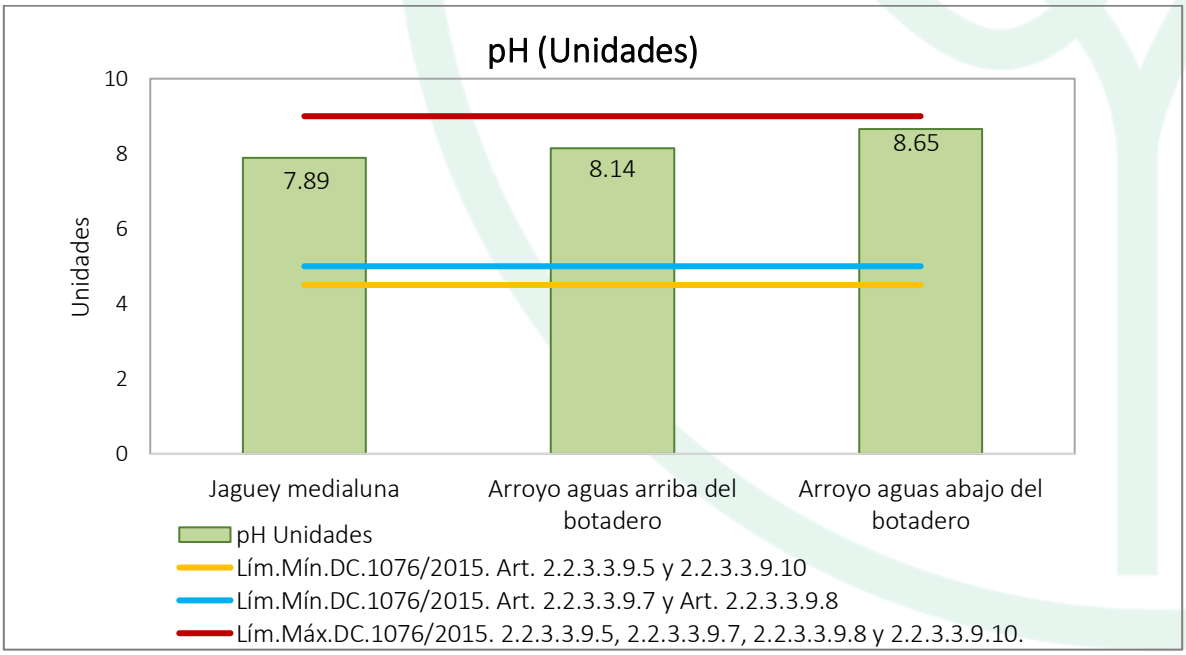


Figura 3. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003

Los resultados obtenidos para las muestras de agua superficial, presentó características neutras a alcalinas. Desde el punto de vista normativo, las muestras de agua superficial analizadas refieren cumplimiento respecto a los criterios establecidos por los artículos: 2.2.3.3.9.5 (Transitorio. Criterios de calidad para uso agrícola., 2.2.3.3.9.7 (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario), 2.2.3.3.9.8 (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario) y 2.2.3.3.9.10 (Criterios de calidad para preservación de flora y fauna, valor agua cálida dulce), Lo anterior se puede ver reflejado en la **Gráfica 1**.



Gráfica 1. Cumplimiento del pH
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Tabla 9. Comparación resultados *In situ* (OD) con la normativa aplicable.

Puntos	Oxígeno disuelto (mg/L)	Decreto 1076 de 2015	Cumplimiento
		Artículo 2.2.3.3.9.10*	
Jaguey medialuna	4,5	≥4,0	Cumple
Arroyo aguas arriba del botadero	2,8		No cumplen
Arroyo aguas abajo del botadero	2,9		

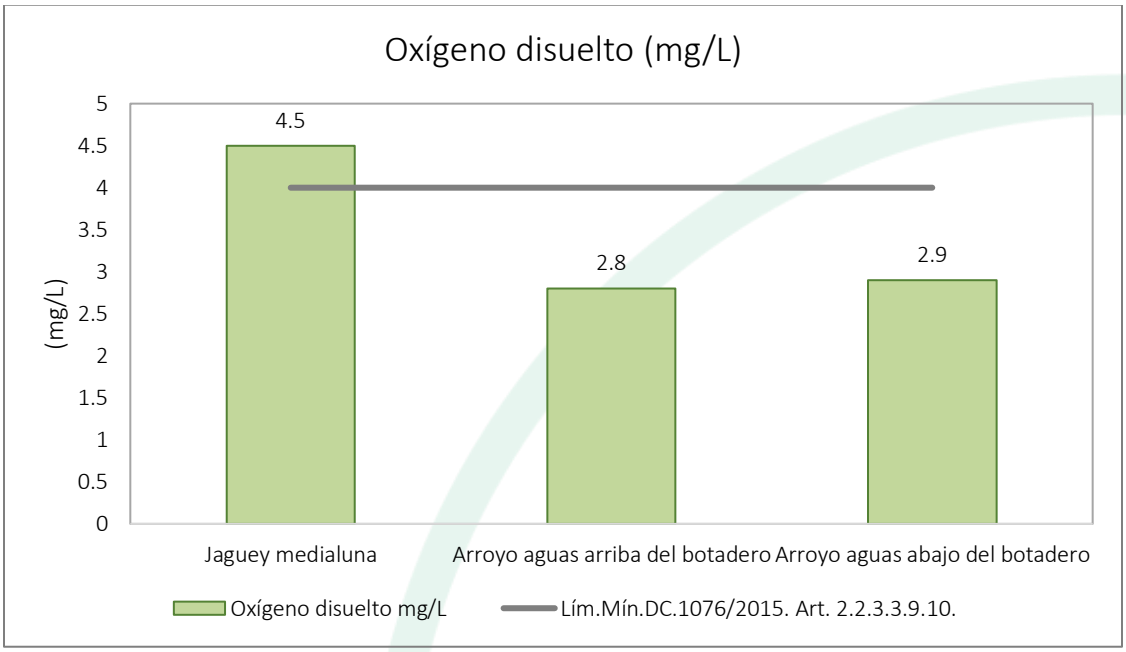
** Artículo 2.2.3.3.9.10: Transitorio. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna. Agua Cálida dulce.*
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El Oxígeno Disuelto es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para la vida en los cuerpos de agua (ríos, lagunas, embalses). El nivel de Oxígeno Disuelto puede ser un indicador de contaminación del agua y está relacionado con la capacidad del cuerpo de agua de ser soporte para la biota. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad, a pesar de que niveles altos de oxígeno están asociados a fenómenos de eutrofización donde la presencia de algas genera niveles de oxígeno por encima de los valores de saturación (Lopez, 2016). Teniendo en cuenta los datos obtenidos en la **Tabla 9**, los puntos Arroyo aguas arriba del botadero y Arroyo aguas abajo del botadero presentaron desviación con respecto al valor mínimo de 4,0 mg/L, mientras, el punto Jaguey medialuna registró cumplimiento con respecto al relación al límite mínimo; lo anterior indica que teniendo en cuenta la clasificación de la **Tabla 10**, todos los puntos de monitoreo en estas aguas presentaron una condición de hipoxia presentando concentraciones en el rango de 0 – 5 mg/L; por otro lado, los valores obtenidos están vinculados con diversos factores naturales como el proceso de fotosíntesis de plantas acuáticas, el contenido de materia orgánica presente, caudales, presión atmosférica y actividades humanas, entre otros. En la **Gráfica 2** se muestra el comportamiento de cada punto.

Tabla 10. Clasificación de la calidad del agua de acuerdo con la concentración de Oxígeno.

mg/L	Condición	Consecuencia
0	Anoxia	Muerte masiva organismos aerobios
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5-8	Aceptable	Adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos
8-12	Buena	
≥12	Sobresaturada	Sistemas de plena producción fotosintética.

Fuente: Asociación Civil "Investigación y Desarrollo", 2007.



Gráfica 2. Cumplimiento del Oxígeno Disuelto.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La conductividad es una expresión numérica correspondiente a la capacidad del agua para transportar corriente eléctrica, que dependerá de la concentración total de las sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la que se realice la determinación. Es decir, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad (Romero, 2009). En este sentido, teniendo en cuenta los resultados de la **Tabla 7,** se evidencia que la conductividad arrojó concentraciones en un rango de 433 µS/cm a 849 µS/cm presentando un grado de mineralización media para los puntos Arroyo aguas arriba del botadero y Arroyo aguas abajo del botadero indicando que se presenta un contenido regular de sólidos, iones y sales disueltas; por su parte, el punto Jaguey medialuna presenta un grado mineralización importante, indicando que se presenta un contenido considerable de sólidos, iones y sales disueltas según lo contenido en la **Tabla 11**. Cabe resaltar que en la normativa aplicable no se especifican límites permisibles para este parámetro.

Tabla 11. Mineralización del agua a partir de la conductividad

Conductividad eléctrica (µS/cm)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 – 200	Débil
200 – 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua, 1995.

Por otra parte, la medición de la Temperatura en los puntos de monitoreo, refieren valores acordes a las condiciones climáticas de la zona de estudio y no demuestran influencia por parte de factores extrínsecos.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación se presentaran los valores obtenidos para cada una de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas junto con la comparación respecto a los criterios de calidad para destinación del recurso según el Decreto 1076 de 2015 por el cual se expide el Decreto Único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del cual se establece Sección 9, artículos 2.2.3.3.9.5, 2.2.3.3.9.6, 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10, teniendo en cuenta las modificaciones dadas por el Decreto 703 de 2018. Es importante mencionar que, en el Art. 2.2.3.3.9.10 preservación de flora y fauna – agua cálida dulce los parámetros analizados en esta matriz a excepción del pH y el Oxígeno disuelto, se encuentran expresados en concentración letal (CL), por lo que, no es posible realizar la comparación de los parámetros, debido a que estos no son comparables con las unidades reportadas por nuestro laboratorio. En la **Tabla 12**, se presentan los valores obtenidos para cada una de las variables fisicoquímicas y microbiológicas.

Tabla 12. Cumplimiento de la normativa aplicable vigente.

Parámetro	Unidades	I.C.F	Puntos de monitoreo			Decreto 1076 de 2015				Cumplimiento			
			19/01/2023	24/01/2023									
			Jaguey medialuna	Arroyo aguas arriba del botadero	Arroyo aguas abajo del botadero	Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.7	Art 2.2.3.3.9.8	Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.7	Art 2.2.3.3.9.8
			ID 189906	ID 189915	ID 189916								
			11:15	11:00	11:30								
Cloruro	mg/L	0,087	110	160	106	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	1574,2	188,9	29,0	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0,09	4005	451	79	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Fenoles	PhOH/L	0,0081	0,1	0,2	0,3	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Fluoruros-Cl	mg F-/L	0,09	<0,15	<0,15	<0,15	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Grasas y aceites	mg/L	0,0154	<10	<10	<10	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Nitratos	mg N-NO_3-/L	0,0079	<0,3	<0,3	<0,3	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Nitritos	N-NO2-/L	0,0378	<0,0050	0,0564	0,0265	NE	10,0	NE	NE	NA	Cumplen	NA	NA
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	110,1	106,3	104,1	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Sulfatos	mg SO_4-/L	0,025	145	27	26	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA
Metales													
Aluminio total	mg/L	0,01	0,367	0,572	0,564	5,0	5,0	NE	NE	Cumplen	Cumplen	NA	NA
Boro total	mg/L	0,03	0,621	<0,090	<0,090	NE	5,0	NE	NE	NA	Cumplen	NA	NA
Arsénico total	mg/L	0,093	<0,003	<0,003	<0,003	0,1	0,2	NE	NE	Cumplen	Cumplen	NA	NA
Berilio total	mg/L	0,107	<0,002	<0,002	<0,002	0,1	NE	NE	NE	Cumplen	NA	NA	NA
Cadmio total	mg/L	0,101	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,05	NE	NE	Cumplen	Cumplen	NA	NA
Cobalto total	mg/L	0,081	<0,002	<0,002	<0,002	0,05	NE	NE	NE	Cumplen	NA	NA	NA
Cobre total	mg/L	0,073	0,007	0,006	0,01	0,2	0,5	NE	NE	Cumplen	Cumplen	NA	NA
Cromo total	mg/L	0,079	<0,002	0,006	0,009	0,1	1,0	NE	NE	Cumplen	Cumplen	NA	NA
Hierro total	mg/L	0,171	1,27	4,79	6,34	5,0	NE	NE	NE	Cumplen ID 189906 – ID 189915	NA	NA	NA
Litio total	mg/L	0,079	<0,003	<0,003	<0,003	2,5	NE	NE	NE	Cumplen	NA	NA	NA
Manganeso total	mg/L	0,097	0,169	0,146	0,212	0,2	NE	NE	NE	Cumplen ID 189906 -- ID 189915	NA	NA	NA
Mercurio total	mg/L	0,167	<0,0005	<0,0005	<0,0005	NE	0,01	NE	NE	NA	Cumplen	NA	NA

Parámetro	Unidades	I.C.F	Puntos de monitoreo			Decreto 1076 de 2015				Cumplimiento			
			19/01/2023	24/01/2023									
			Jaguey medialuna	Arroyo aguas arriba del botadero	Arroyo aguas abajo del botadero	Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.7	Art 2.2.3.3.9.8	Art 2.2.3.3.9.5	Art 2.2.3.3.9.6	Art 2.2.3.3.9.7	Art 2.2.3.3.9.8
			ID 189906	ID 189915	ID 189916								
			11:15	11:00	11:30								
Molibdeno total	mg/L	0,084	<0,002	<0,002	0,007	0,01	NE	NE	NE	Cumplen	NA	NA	NA
Níquel total	mg/L	0,087	0,010	0,007	0,008	0,2	NE	NE	NE	Cumplen	NA	NA	NA
Plomo total	mg/L	0,089	<0,003	<0,003	<0,003	5,0	0,1	NE	NE	Cumplen	Cumplen	NA	NA
Selenio total	mg/L	0,089	<0,003	<0,003	<0,003	0,02	NE	NE	NE	Cumplen	NA	NA	NA
Vanadio total	mg/L	0,088	0,004	0,019	0,026	0,1	NE	NE	NE	Cumplen	NA	NA	NA
Zinc total	mg/L	0,110	0,024	0,039	0,058	2,0	25,0	NE	NE	Cumplen	Cumplen	NA	NA
Microbiológicos													
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0,038	20	14000	7900	NE	NE	200	NE	NA	NA	Cumple ID 189906	NA
Coliformes totales	NMP/100 mL	0,042	130	160000	160000	NE	NE	1000	5000	NA	NA	Cumple ID 189906	Cumple ID 189906

Artículo 2.2.3.3.9.5: Transitorio. Criterios de calidad para uso agrícola.
Artículo 2.2.3.3.9.6: Transitorio. Criterios de calidad para uso pecuario.
Artículo 2.2.3.3.9.7: Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario
Artículo 2.2.3.3.9.8: Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario
Nota: Los límites normativos del Art. 2.2.3.3.9.10. no son comparables con las unidades reportadas por los laboratorios
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., TIP CISLAB, SGS COLOMBIA S.A. BOGOTÁ Y LIMA S.A.S, 2023.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es la medida de oxígeno requerida por los microorganismos para degradar la materia orgánica presente; mientras que la Demanda Química de Oxígeno (DQO), es una estimación del total de materia oxidable, biodegradable o no, presente en un cuerpo de agua. Ambas variables se encuentran estrechamente relacionadas y se utilizan como indicadores de la calidad del agua (CONAGUA, 2015). Las concentraciones reportadas en los puntos de monitoreo para DBO_5 indicaron que las muestras de agua superficial presentaron concentraciones en un rango de 29,0 mg O_2/L (Arroyo aguas abajo del botadero) a 1574,2 mg O_2/L (Arroyo aguas arriba del botadero). Según la **Tabla 13,** los puntos Jaguey medialuna y punto Arroyo aguas arriba del botadero se clasifican como aguas fuertemente contaminadas, con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales. Mientras, para el punto Arroyo aguas abajo del botadero se clasifica como un agua de calidad aceptable, con indicio de contaminación, con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.

Por su parte, los valores de DQO se presentaron en un rango de 79 mg O_2/L (Arroyo aguas abajo del botadero) a 4005 mg O_2/L (Jaguey medialuna). El punto Arroyo aguas abajo del botadero presentó una clasificación de agua contaminada con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal, así mismo, los puntos Jaguey medialuna y punto Arroyo aguas arriba del botadero registran aguas fuertemente contaminadas con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales tal como lo indican la **Tabla 14**. En la **Gráfica 3** se puede evidenciar el comportamiento de estos parámetros.

Tabla 13. Escala de clasificación de calidad de agua superficial con base en la DBO_5.

Criterio (mg O_2/L)	Descripción	Clasificación
$DBO_5 \leq 3$	No contaminada	Excelente
$3 < DBO_5 \leq 6$	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	Buena calidad
$6 < DBO_5 \leq 30$	Con indicio de contaminación, Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	Aceptable
$30< DBO_5 \leq 120$	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	Contaminada
$DBO_5 > 120$	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	Fuertemente contaminada

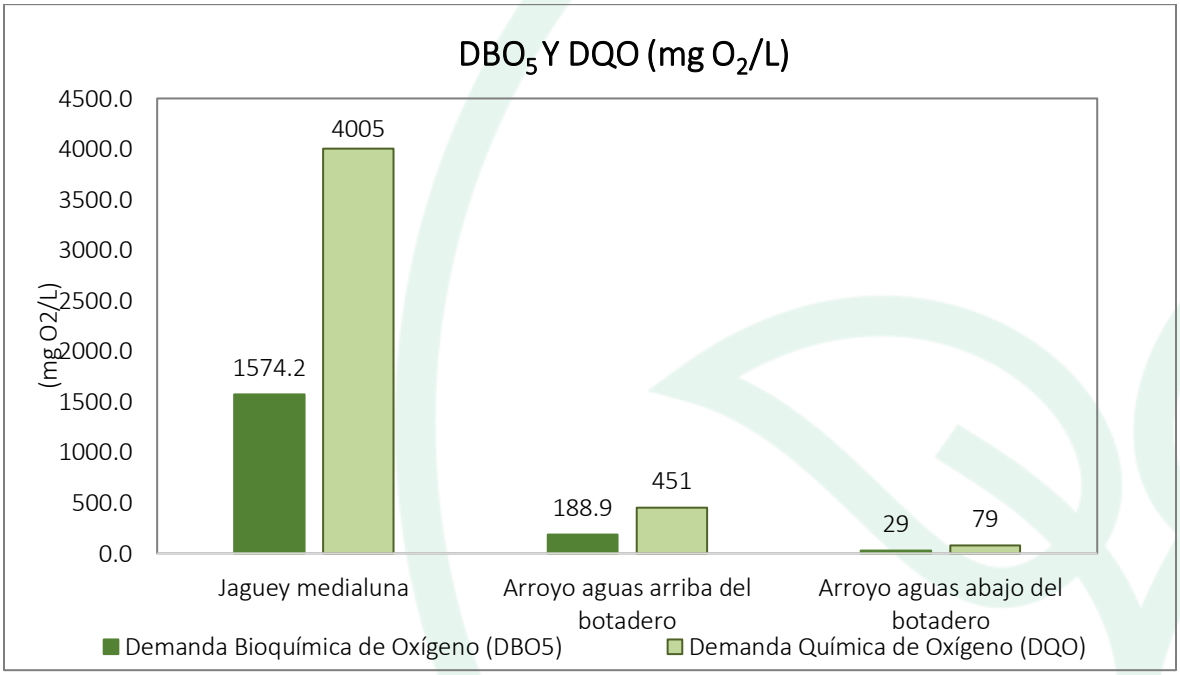
Fuente: Tomado y adaptado de (CONAGUA, 2015).

Tabla 14. Escala de clasificación de calidad de agua superficial con base en la DQO.

Criterio (mg O_2/L)	Descripción	Clasificación
DQO ≤ 10	No contaminada	Excelente

Criterio (mg O_2/L)	Descripción	Clasificación
10 < DQO ≤ 20	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable	Buena calidad
20 < DQO ≤ 40	Con indicio de contaminación, Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	Aceptable
40 < DQO ≤ 200	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal	Contaminada
DQO > 200	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	Fuertemente contaminada

Fuente: Tomado y adaptado de (CONAGUA, 2015)



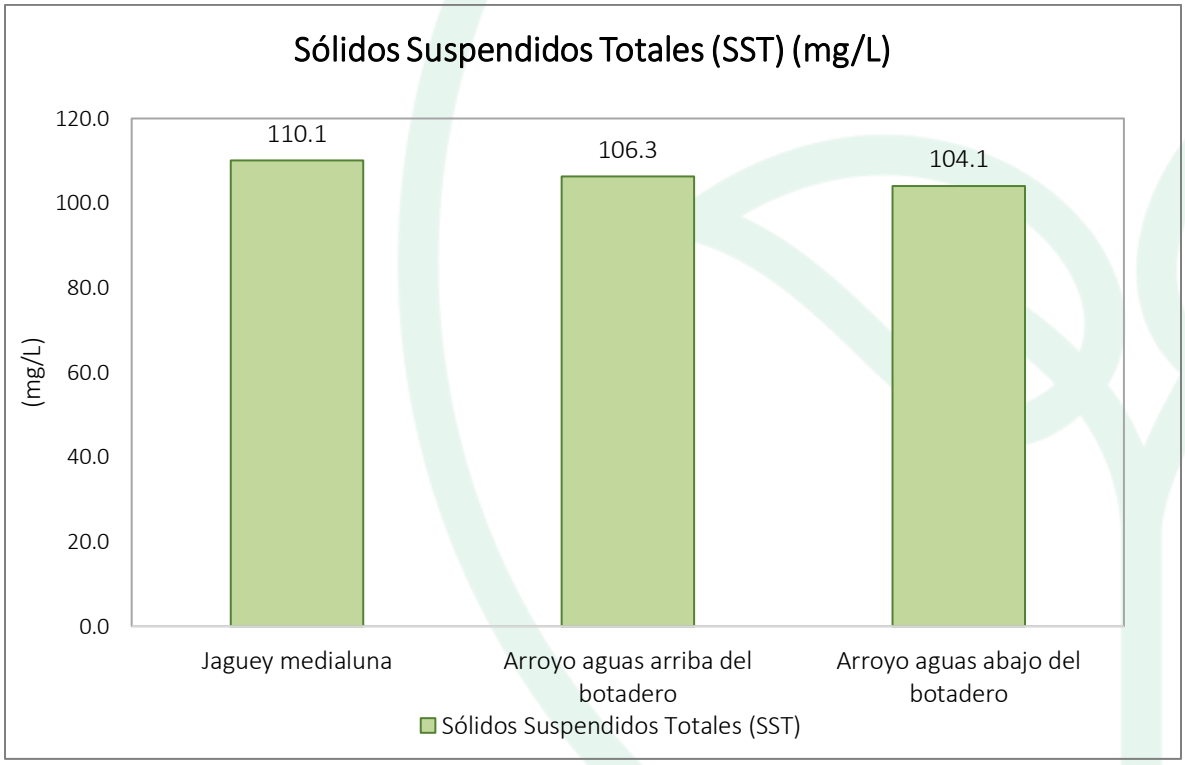
Gráfica 3. Comportamiento de la DBO_5 y DQO
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los sólidos presentes en el agua pueden tener diversos orígenes. Al estar presentes en esta, pueden contribuir con el aumento de la turbiedad, el color, e indicar presencia de materia orgánica, así como de partículas disueltas o suspendidas (Romero, 2009). De acuerdo con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la **Tabla 15**, se evidencia que los todos los puntos monitoreados presentaron una clasificación de calidad de agua en un rango aceptable, con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido. En la **Gráfica 4** se observa el comportamiento de estos sólidos.

Tabla 15. Escala de clasificación de calidad de agua superficial con base en los Sólidos Suspendidos Totales

Criterio (mg/L)	Descripción	Clasificación
SST ≤ 25	Clase de excepción, muy buena calidad	**Excelente**
25 <SST ≤ 75	Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto	**Buena calidad**
75 <SST ≤ 150	Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido	**Aceptable**
150 <SST ≤ 400	Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Aguas con alto contenido de material suspendido	**Contaminada**
SST > 400	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces	**Fuertemente contaminada**

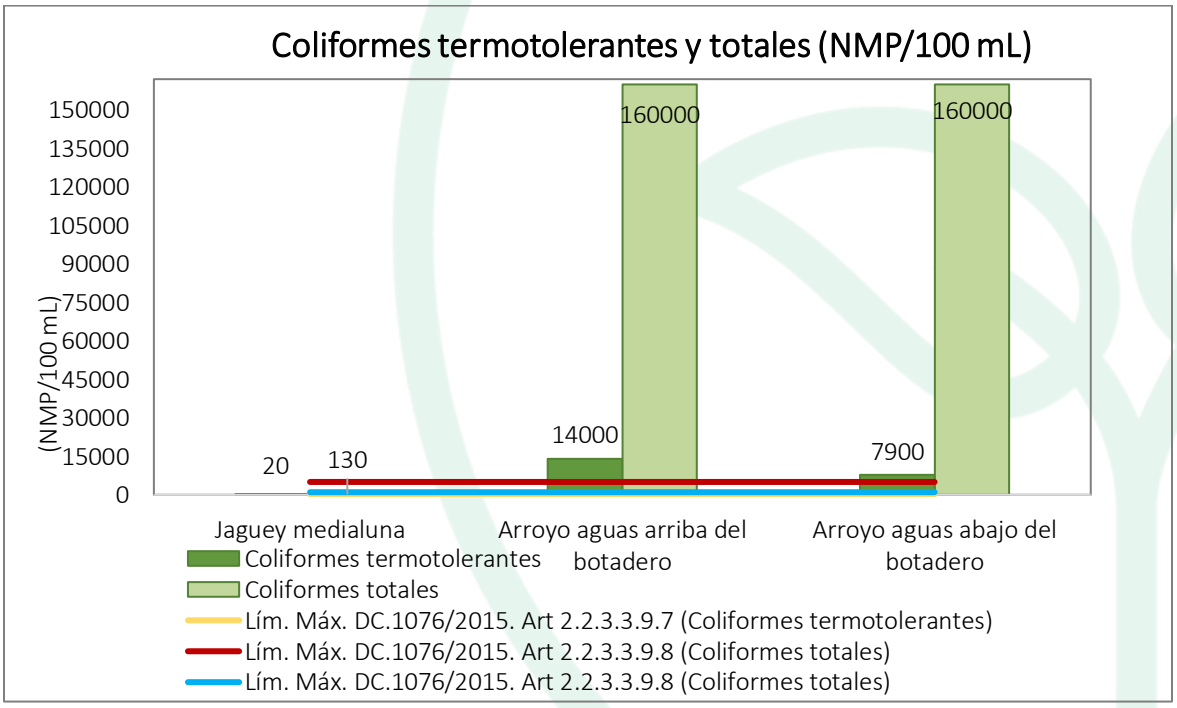
Fuente: Tomado y adaptado de (CONAGUA, 2015).



Gráfica 4. Comportamiento de los Sólidos Suspendidos Totales (SST)
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La denominación “coliformes totales” y “coliformes termotolerantes” no tiene validez taxonómica. Estos términos sirven para designar a grupos de bacterias capaces de crecer en condiciones experimentales específicas. Se distinguen, por lo tanto, como coliformes totales a la integridad del grupo, y como coliformes termotolerantes o fecales a aquellos de origen intestinal tanto humano como animal (OMS, 2012). Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos de monitoreo presentaron

concentraciones significativas de coliformes totales y termotolerantes, ya que los valores se presentaron entre, 130 NMP/100 mL a 160000 NMP/100 mL y 20 NMP/100 mL a 14000 NMP/100 mL, respectivamente. Desde el punto de vista normativo se evidenció desviación de los puntos Arroyo aguas arriba del botadero y Arroyo aguas abajo del botadero con relación al límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.7 para coliformes totales y coliformes termotolerantes, así mismo, estos puntos también presentan desviación de acuerdo al límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.8 para coliformes totales; por su parte, el punto Jaguey medialuna registró cumplimiento con respecto al relación al límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.7 para coliformes totales y coliformes termotolerantes, así mismo, este punto también presentan cumplimiento de acuerdo al límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.8 para coliformes totales;. El comportamiento anteriormente esta descrito se evidencia en la **Gráfica 5**.

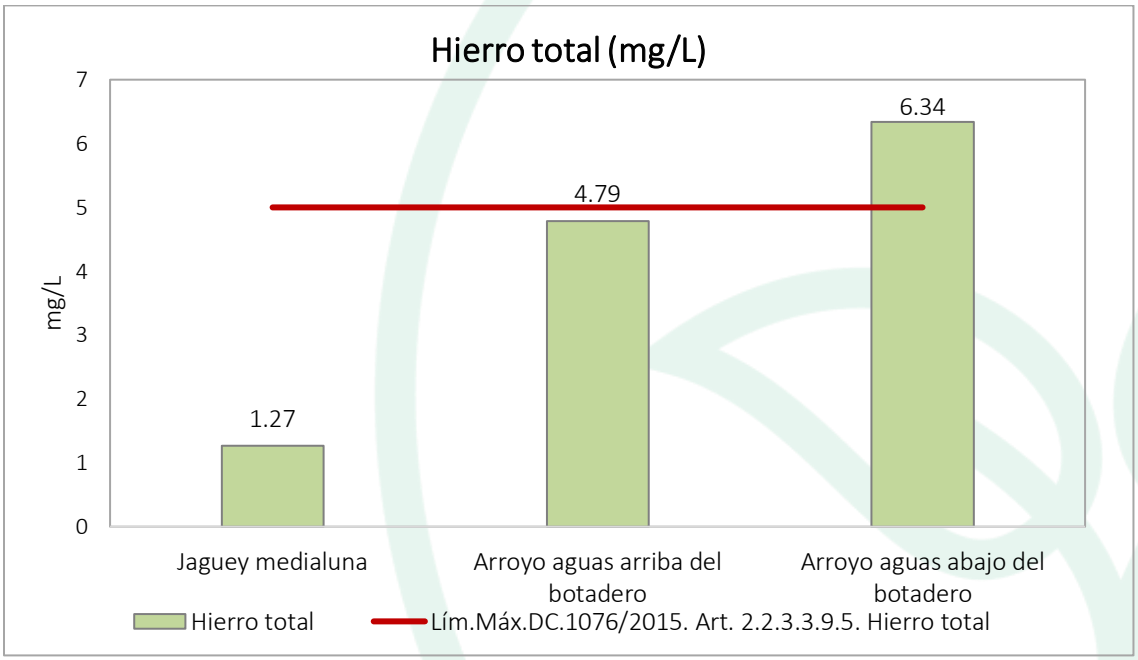


Gráfica 5. Cumplimiento de los coliformes termotolerantes y totales.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

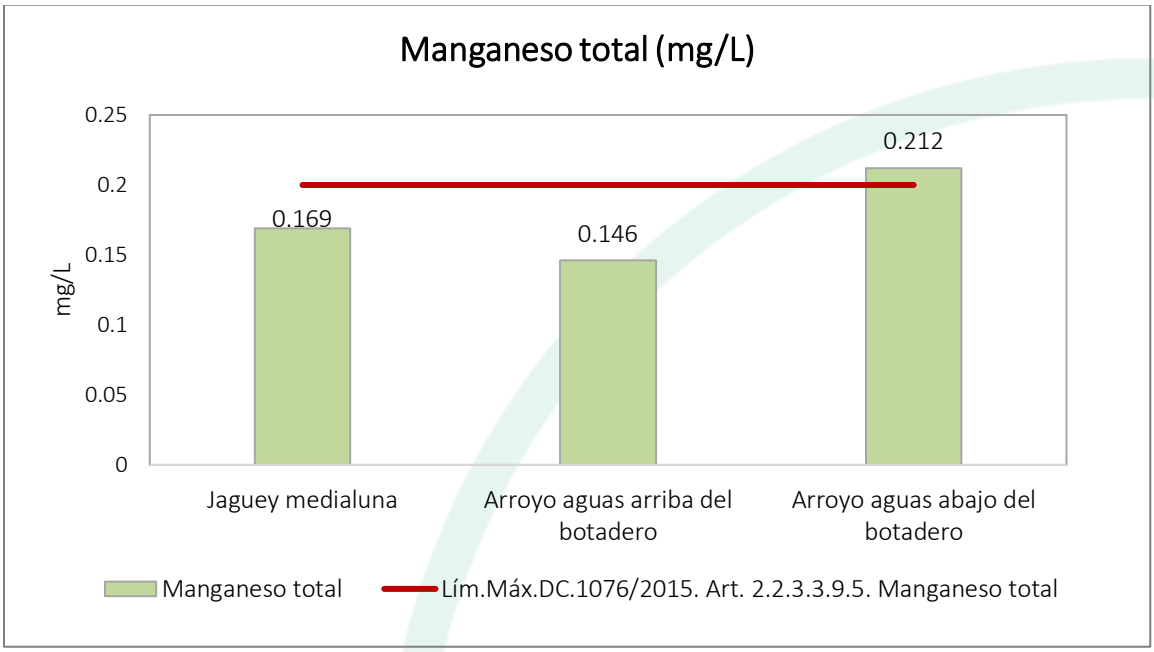
Como constituyentes importantes de muchas aguas se pueden encontrar un número representativo de metales pesados, aunque su cuantificación sea a niveles de traza. No obstante, varios de estos metales como los que poseen un peso molecular muy alto, cuando sus concentraciones son muy elevadas pueden ocasionar impactos ambientales negativos. Teniendo en cuenta lo anterior, se determina que las muestras de agua superficial analizadas presentan un contenido mínimo o nulo

de metales como el Aluminio total, Boro total, Arsénico total, Berilio total, cadmio total, Cobalto total, cobre total, cromo total, Litio, mercurio total, Molibdeno, Níquel total, plomo total, Selenio total y zinc total, debido a que se mantienen concentraciones bajas o inferiores al límite de cuantificación, reflejando cumplimiento en los metales que tienen límites máximos permisibles establecidos en los en los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6. Por otro lado, los metales como el Hierro total y el Manganeso total presentan desviación en el punto Arroyo aguas abajo del botadero respecto al límite máximo permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5. El comportamiento de estos metales se evidencia en las **Gráfica 6** y **Gráfica 7**.



Gráfica 6. Cumplimiento de Hierro total

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 7. Cumplimiento de Manganeso total

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Parámetros como Fenoles, Fluoruros, las Grasas y Aceites, Nitratos, Nitritos en las muestras analizadas presentan poca presencia de estos compuestos, debido a que los puntos monitoreados reportaron concentraciones bajas o por debajo del límite de cuantificación del método empleado por el laboratorio para su determinación, indicando poca o nula incidencia en los cuerpos de agua analizados. Mientras en parámetros como Cloruro y Sulfatos se encuentran concentraciones considerables, pero en los artículos aplicables no se encuentran especificados sus límites permisibles.

4.3 Índices de contaminación de aguas

4.3.1 Índice de calidad de agua en corrientes superficiales (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:

$$ICA_{njt} = (\sum_{i=1}^{n} Wi * I_{ikjt})$$

Donde:

ICA_{njt} , 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,

Wi, 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,

4.3.1.1 Oxígeno disuelto (OD)

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

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0{,}01 * PS_{OD})$$

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

$$I_{OD} = 1 - (0{,}01 * PS_{OD} - 1)$$

4.3.1.2 Sólidos suspendidos totales

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:

$$I_{SST} = 1- (-0,02 + 0,003 \text{ Sólidos suspendidos (mg/L)})$$

$$\text{Si SST} \leq 4,5, \text{ entonces } I_{SST} = 1$$

$$\text{Si SST} \geq 320 \text{ entonces } I_{SST} = 0$$

4.3.1.3 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:

$$\text{Si DQO} \leq 20, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0, 91$$

$$\text{Si } 20 < \text{DQO} \leq 25, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0, 71$$

$$\text{Si } 25 < \text{DQO} \leq 40, \text{ entonces, } I_{DQ} = 0, 51$$

$$\text{Si } 40 < \text{DQO} \leq 80, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0, 26$$

$$\text{Si DQO} > 80 \text{ entonces } I_{DQO} = 0,125$$

4.3.1.4 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 $I_{C,E} = 0$

4.3.1.5 pH

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

$$\text{Si pH} < 4, \text{ entonces } I_{pH} = 0, 1$$

Si 4 ≤ pH ≤ 7, entonces $I_{pH} = 0{,}02628419 * e^{(pH*0{,}520025)}$

Si 7 <pH ≤8, entonces $I_{pH} = 1$

Si 8 < pH ≤11, entonces $I_{pH} = 1 \quad e^{[(pH-8)-0{,}5187742]}$

Si pH ≥ 11, entonces $I_{pH} = 0, 1$

Tabla 16. Variables y ponderaciones para caso de 5 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto, OD	% Saturación	0,2
Solidos Suspendidos Totales, SST	mg/L	0,2
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	mg/L	0,2
Conductividad Eléctrica, C, E	µS/cm	0,2
pH	Unidades de pH	0,2

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

Tabla 17. 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

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

Tabla 18. Valor obtenido (índice) – ICA 5 Variables

Puntos de muestreo	$ICA_{njt} = (\sum_{i=1}^{n} Wi * I_{ikjt})$
Jaguey medialuna	0,48
Arroyo aguas arriba del botadero	0,42
Arroyo aguas abajo del botadero	0,41

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

De acuerdo con el Índice de Calidad de Agua (ICA) para 5 variables, se evidencia que los puntos monitoreados presentan una calidad de agua ***Mala***.

4.3.2 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,

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

$Donde,$

$$I_{,DBO} = -0{,}05 + 0{,}70\ Log_{10} DBO(mg/L)$$

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

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

$$I_{,Coliformes\ totales} = -1{,}44 + 0{,}56\ Log_{10}, Col, Tot, (NMP/100mL)$$

$$Coliformes\ Totales > 20{,}000(NMP/100mL) = 1$$

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

$$I_{,Oxígeno\%} = 1 - 0{,}01\ Oxígeno\%$$

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

$$Para\ sistemas\ lénticos\ con\ eutrofización\ y\ porcentajes\ de\ saturación\ mayores\ al\ 100\%, se\ sugirere$$

$$reemplazar\ la\ ecuación\ por:$$

$$I_{,Oxígeno\%} = 0{,}01\ Oxígeno\% - 1$$

Los valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) para el punto de monitoreo se encontró por debajo del límite de cuantificación empleado por el laboratorio, siendo este < 2 mg/L por lo que se tomó este valor de forma indicativa para el cálculo del ICOMO.

4.3.3 Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS)

$$ICOSUS = -0{,}02 + 0{,}003\ Sólidos\ suspendidos\ (mg/L)$$

$$Sólidos\ Suspendidos > a\ 340\ mg/L\ tienen\ un\ ICOSUS = 1$$

$$Sólidos\ Suspendidos < a\ 10\ mg/L\ tienen\ un\ ICOSUS = 0$$

4.3.4 Índice de Contaminación por pH (ICOpH)

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

Al reemplazar el valor obtenido de pH en la formula presentada, se puede obtener el índice de contaminación por pH –ICOpH.

Tabla 19. Significancia de los índices de contaminación (ICOs)

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

Fuente: Ramírez et al., (1997).

Tabla 20. Resultado final de la determinación de ICOSUS/ICOMO/ICOpH

Puntos de monitoreo	Índices de contaminación		
	ICOMO	ICOSUS	ICOpH
Jaguey medialuna	0,473	0,310	0,021
Arroyo aguas arriba del botadero*	0,883	0,299	0,048
Arroyo aguas abajo del botadero	0,869	0,292	0,225
Indicación	Baja contaminación (cercano a 0)		
	Alta contaminación (cercano a 1)		

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Como se puede observar en los puntos de monitoreo, a partir del cálculo del índice ICOMO los puntos Arroyo aguas arriba del botadero y Arroyo aguas abajo del botadero cuentan con niveles de contaminación alto, mientras que el punto Jaguey medialuna cuenta con un grado de contaminación medio. Así mismo, para el índice ICOSUS todos los puntos registran niveles de contaminación bajos. Por otra parte, al determinar el cálculo del índice ICOpH se evidencia que las muestras analizadas presentan en el punto Arroyo aguas abajo del botadero bajo nivel de contaminación y ningún nivel de contaminación en los puntos Jaguey medialuna y Arroyo aguas arriba del botadero.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de las muestras de agua se concluye lo siguiente:

- Los pH obtenidos en los puntos de monitoreo analizados corresponden a pH con comportamientos de neutros a alcalinos, todos los puntos monitoreados presentan cumplimiento de acuerdo con los límites permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.5 (Criterios de calidad para uso agrícola), 2.2.3.3.9.7. (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario), 2.2.3.3.9.8 (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario) y 2.2.3.3.9.10 (Criterios de calidad para preservación de flora y fauna, valor agua cálida dulce) del Decreto 1076 de 2015. Con relación al oxígeno disuelto, los puntos monitoreados aguas abajo presentaron una condición de hipoxia lo que genera como consecuencia la desaparición de organismos y especies sensibles, además, de registrar desviación respecto al límite mínimo permisible del artículo 2.2.3.3.9.10, excepto el punto Jaguey medialuna, que cumple con el límite mínimo permisible. Por otra parte, según los valores obtenidos de conductividad para los puntos de monitoreo analizados, se evidencia que presentaron un grado de mineralización entre media e importante. Por último, se presentaron valores de temperatura acordes a las condiciones climáticas de la zona.

- De acuerdo con los resultados de laboratorio, se encontró que en los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Cloruro, Sulfatos y Sólidos Suspendidos Totales (SST), las concentraciones fueron considerables o altas. Por otro lado, las concentraciones del parámetro Nitritos se encontraron dentro del límite permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015, evidenciando cumplimiento normativo. Así mismo, las concentraciones del parámetro Coliformes totales y coliformes termotolerantes se registró desviación de lo estipulado en los Artículo 2.2.3.3.9.7., así mismo, presentaron desviación de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.8 para coliformes totales de la misma norma, a excepción del punto Jaguey medialuna que cumple con el límite permisible en los anteriores artículos. Con respecto a los parámetros de los metales, se evidencia que la mayoría cumple con lo establecido en los artículos 2.2.3.3.9.5

y 2.2.3.3.9.6. a excepción del Hierro total y el manganeso total que registran desviación en el punto Arroyo aguas abajo del botadero respecto al límite máximo permisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.5.

- Para el Índice de calidad de agua (ICA), se registraron en los puntos analizados rangos de calidad de agua ***Mala***. A su vez, con respecto al índice de contaminación por pH (ICOpH) los puntos registran de ***Bajo*** a ***Ningún*** grado de contaminación. Así mismo, para el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) se aprecia que las muestras presentan ***Bajo*** grado de contaminación. Por otro lado, para el Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), se evidencia que los puntos presentaron un grado ***Medio a Alto***.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

28 de marzo del 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- American Public Health Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 703 de 2018.
- www.es.climate-data.org/. (2023). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/barranquilla-3539/
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington.
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapitulooIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua. Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial. 10 p.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ramírez, A., Restrepo, R., & Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación. Bucaramanga: C.T.F Cienc. Tecnol. Futuro vol.1 no.3.

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 21** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 21. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorios	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reporte de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S	Reporte_SERAMBIENTE	3
	TIP CISLAB	Reporte_Cislab	2
	SGG COLOMBIA S.A. BOGOTA	Reporte_SGS	6
	LIMA S.A.S.	Reporte_Lima	2
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S	Planilla_campo	2
		Cadenas_custodia	8
		Plan_monitoreo	4
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S	Resolución 2577 de 2022	30
	TIP CISLAB	Resolución 0780 de 2022	14
	SGG COLOMBIA S.A. BOGOTA	Resolución 0790 de 2022	21
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

(FIN DEL INFORME)

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua subterránea, ejecutada los días 19 y 23 de enero de 2023.

BARANO-GALAPA-PALMAR VARELA-SANTO TOMAS, ATLÁNTICO
Enero 2023

www.serambiente.com
Tel: (57) (5) 385 8220 - Carrera 41 No. 73B - 72
Barranquilla, Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 7

1.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

2. CONDICIONES GENERALES 8

2.1 NORMATIVA APLICABLE 8

2.2 RESPONSABLES DEL INFORME 9

2.3 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO 12

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 12

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 14

3.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO 16

4. RESULTADOS 21

4.1 MEDICIONES EN CAMPO 21

4.2 MEDICIONES EN LABORATORIO 24

5. CONCLUSIONES 31

6. REFERENCIA 33

7. ANEXOS 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica – Relleno Sanitario Los Pocitos 18

Figura 2. Localización geográfica – Relleno Sanitario Los Pocitos 18

Figura 3. Localización geográfica – Relleno Sanitario Puerto Rico 19

Figura 4. Localización geográfica – Relleno Sanitario Las Margaritas 19

Figura 5. Localización geográfica – Relleno Sanitario El Clavo 20

Figura 6. Escala de pH. 22

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos (Galapa)..... 14

Fotografía 2. Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos(Galapa) 14

Fotografía 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico(Baranoa) 15

Fotografía 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas(Santo Tomas) 15

Fotografía 5. Pozo agua subterránea, R.S El Clavo(Palmar de Varela) 15

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Comportamiento de pH. 22

Grafica 2. Comportamiento de temperatura. 23

Grafica 3. Comportamiento de DBO_5 y DQO. 26

Grafica 4. Comportamiento de Fenoles..... 27

Grafica 5. Comportamiento de GyA 28

Grafica 6. Comportamiento de SST 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras. 10

Tabla 2. Identificación de la muestra. 11

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ.* 13

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras. 13

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio. 14

Tabla 6. Identificación y coordenadas. 17

Tabla 7. Mediciones en campo (Vertimiento ASUB dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA). 21

Tabla 8. Resultados de laboratorio. 24

Tabla 9. Anexos del informe técnico 34

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar la calidad del agua subterránea y sus características fisicoquímicas y microbiológicas en cinco (5) puntos ubicados dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, y correspondientes a los rellenos sanitarios de Los Pocitos, El Clavo, Las Margaritas y Puerto Rico. Lo anterior con el fin de dar cumplimiento al programa de seguimiento y monitoreo establecido por la autoridad ambiental.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos para el agua subterránea por medio de mediciones *In situ* y la toma de muestras para analizar en laboratorio.

- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada, durante el periodo de monitoreo

2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

La normativa colombiana no establece estándares máximos permisibles para las aguas subterráneas, por lo cual teniendo en cuenta las obligaciones establecidas por el cliente, y al no darle ninguno uso a este tipo de aguas, se procede a realizar la toma de muestra para su caracterización fisicoquímica y microbiológica y al reporte de resultados, los cuales no requieren comparación normativa.

Razón social	**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A**
Departamento:	Atlántico
Ciudad:	Barranquilla
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.
Organizaciones en estudio	
Razón social	**RELLENO SANITARIO LOS POCITOS**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Galapa
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos
Razón social	**RELLENO SANITARIO PUERTO RICO**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Baranoa
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos
Razón social	**RELLENO SANIATRIO LAS MARGARITAS**
Departamento:	Atlántico

Municipio:	Santo Tomas
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos

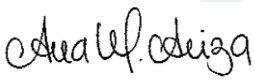
Razón social	**RELLENO SANIATRIO EL CLAVO**
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Palmar de Varela
Actividad económica:	Recolección de desechos no peligrosos / peligrosos

2.2 Responsables del informe

Elaboró:

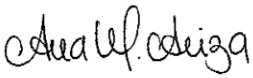
Alan Pérez Caballero

Revisó



Ana Milena Ariza Blanco

Aprobó:



Ana Milena Ariza Blanco

2.3 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A, contrató los servicios de SERAMBIENTE S.A.S., para desarrollar el monitoreo de agua subterránea, en los rellenos sanitarios de su jurisdicción.

SERAMBIENTE es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM, a través de la Resolución 2577 de 08 noviembre de 2022, para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes; esta se encuentra ubicada en la carrera 41 # 73B-72 en la ciudad de Barranquilla.

Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y su respectiva resolución de acreditación ante el IDEAM se detallan en la **Tabla 1.**

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S	Cloruro	Resolución 2577 de 2022
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Fenoles	
	Fluoruros	
	Grasas y aceites	
	Nitratos	
	Nitritos	
	Oxígeno disuelto en agua	
	pH	
	Sólidos suspendidos totales	
	Sulfatos	
	Temperatura	
SGS COLOMBIA S.A. BOGOTA	Aluminio	Resolución 0790 de 2022
	Boro	
LIMA S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	
COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Arsénico total	Resolución 0780 de 2022
	Berilio total	
	Cadmio total	
	Cobalto total	
	Cobre total	
	Cromo total	
	Hierro total	
	Litio	
	Mercurio	
	Manganeso total	
	Molibdeno	
	Níquel total	
	Plomo total	
	Selenio total	
	Vanadio total	
	Zinc total	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., SGS COLOMBIA S.A.S, LIMA S.A.S, y CIS LAB., 2023.

Asimismo, la **Tabla 2** contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las

muestras. Se resalta, que esta identificación, permite correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.

Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		Departamento del Atlántico	
Tipo de estudio		Agua subterránea	
Identificación de la muestra	**No. de reporte**	**Fecha**	**Puntos**
189904	14490	19/01/2023	Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos
189905			Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos
189909		23/01/2023	Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico
189911			Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas
189913			Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El clavo

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales fueron determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas en los pozos de agua subterránea ubicados en los rellenos sanitarios dentro de la jurisdicción de la **Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA**, en el departamento del Atlántico.

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).

Se realizó la toma de muestras los días 19 y 23 de enero de 2023. Así mismo, se efectúo la medición de los parámetros *In situ* (Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, pH, Temperatura).

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).

Asimismo, para las mediciones de los parámetros *In situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual, se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto en agua, y temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3,** se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In situ*.

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Equipo multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500 H^+B	NA	±0,046
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047
Oxígeno disuelto		ASTM D 888-18 B	NA	±0,012

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras de agua subterránea, se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de muestras.

Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Cloruro	SM 4500 Cl B - Edición 23, 2017	5	0,087
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10	0,09
Fenoles	SM 5530 B D - Edición 23, 2017	0,1	0,0081
Fluoruros - Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. agosto 1993	0,15	0,0900
Grasas y aceites	SM 5520 B - Edición 23, 2017	10	0,0154
Nitratos-Cl	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. agosto 1993	0,3	0,0079
Nitritos	SM 4500 NO2 B - Edición 23, 2017	0,0050	0,0378
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D - Edición 23, 2017	5	0,0429
Sulfatos	SM 4500 SO_4 E - Edición 23, 2017	10	0,025
Metales totales			
Aluminio total	SM 3030 K - EPA 200.8	0,090	0,01
Arsénico total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,003	0,093
Berilio total		0,002	0,107
Boro total	SM 3030 K - EPA 200.8	0,090	0,03
Cadmio total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,101
Cobalto total		0,002	0,081
Cobre total		0,002	0,073
Cromo total		0,002	0,079
Hierro total		0,003	0,171
Litio total		0,003	0,079
Manganeso total		0,002	0,097
Mercurio total	SM 3112 B. 3120 B. 2017	0,0005	0,167
Molibdeno total	SM 3030 F. 3120 B. 2017	0,002	0,084
Níquel total		0,003	0,087
Plomo total		0,003	0,089

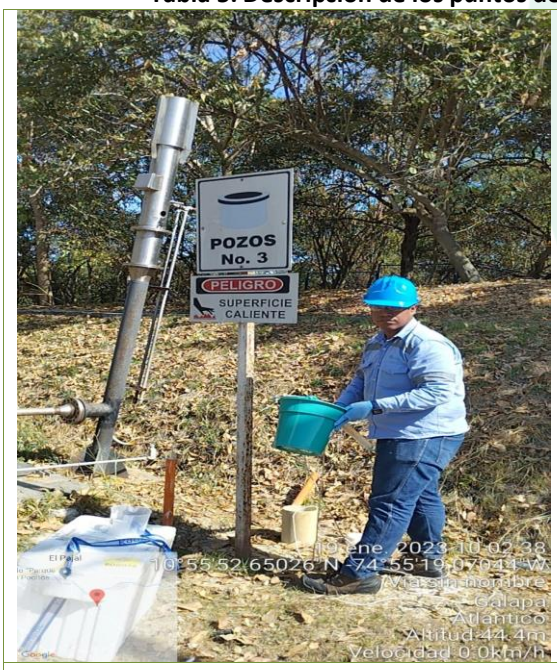
Parámetros	Método analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Selenio total		0,003	0,089
Vanadio total		0,002	0,088
Zinc total		0,003	0,110
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	95,6%	±0,32
Coliformes totales	SM 9221 B	97,8%	±0,31

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., SGS COLOMBIA S.A.S, LIMA S.A.S. y CIS LAB., 2023.

3.2 Descripción de los puntos de monitoreo

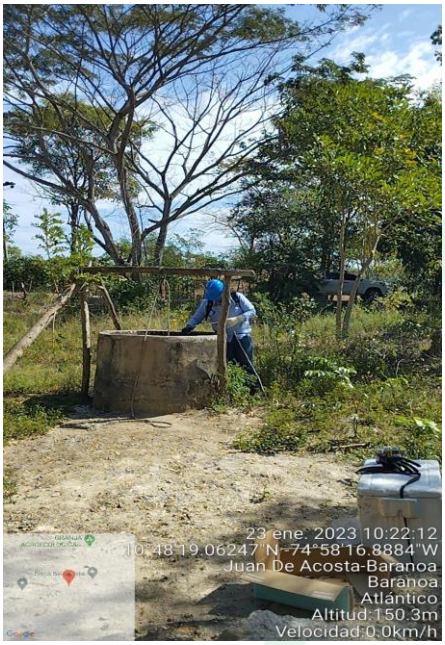
A continuación, en la **Tabla 5**, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales, se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo *(Plan de monitoreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, Planilla de campo muestreo simple–FO-PO-PSM-45-01 , Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).*

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio.



Fotografía 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos (Galapa)

Fotografía 2. Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos(Galapa)



Fotografía 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico(Baranoa)

Fotografía 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas(Santo Tomas)

Fotografía 5. Pozo agua subterránea, R.S El Clavo(Palmar de Varela)

Descripción
Agua subterránea

En los pozos de agua subterránea localizados dentro la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA., en el departamento del Atlántico. Los cuales se denominan:

Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos. La muestra presentó una apariencia clara, sin olor y sin presencia de material flotante.

Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos. La muestra presentó una apariencia clara, sin olor y sin presencia de material flotante.

Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico. La muestra presentó una apariencia clara, sin olor y sin presencia de material flotante.

Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas. La muestra presentó una apariencia clara, sin olor y sin presencia de material flotante.

Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El Clavo. La muestra presentó una apariencia clara, sin olor y sin presencia de material flotante.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3.3 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características de los puntos de monitoreo, ubicados en los Rellenos Sanitario Puerto Rico, Las Margaritas, El Clavo, Los Pocitos, localizados dentro la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.

Baranoa tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio es de 26,7°C. La precipitación es de 1655 mm aproximadamente. (www.es.climate-data.org/).

Galapa el clima aquí es tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. En Galapa, la temperatura media anual es de 26.8 °C. La precipitación es de 1251 mm al año.

Palmar de Varela el clima es tropical en Palmar de Varela. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Palmar de Varela. Este clima es considerado Aw según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Palmar de Varela es 27.3 °C. Precipitaciones aquí promedios 1906 mm.

Santo tomas tiene un clima tropical. En invierno, hay mucha menos lluvia en Santo Tomás que en verano. Esta ubicación está clasificada como Aw por Köppen y Geiger. En Santo Tomás, la temperatura media anual es de 27.1 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 1906 mm.

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 1.**

Tabla 6. Identificación y coordenadas.

Características del monitoreo				Georreferenciación	
Puntos de monitoreo	**ID muestra**	**Hora hh:mm**	**Cota de elevación (msnm)**	**Geográficas WGS84**	**Magna sirgas Origen Nacional (m)**
Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos	189904	10:00	54	10°55'52.65"N	2766616.312N
				74°55'19.07"W	4790036.048E
Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos	189905	11:00	63	10°55'23.65"N	2765726.284N
				74°55'23.14" W	4789906.828E
Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico	189909	10:20	153	10°48'19.06"N	2752717.514N
				74°58'16.88" W	4784547.886E
Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas	189911	11:45	29	10°45'6.58"N	2746686.544N
				74°47'41.07"W	4803797.819E
Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El Clavo	189913	13:15	16	10°42'27.86"N	2741797.103N
				74°46'20.46"W	4806242.035E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Figura 1.Localización geográfica – Relleno Sanitario Los Pocitos
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 2. Localización geográfica – Relleno Sanitario Los Pocitos
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 3. Localización geográfica – Relleno Sanitario Puerto Rico
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 4. Localización geográfica – Relleno Sanitario Las Margaritas
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

Figura 5. Localización geográfica – Relleno Sanitario El Clavo
Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.

4. RESULTADOS

El siguiente apartado presenta los resultados de las mediciones en campo y los resultados fisicoquímicos y microbiológicos reportados por los laboratorios de las muestras de agua subterránea tomadas en el área de estudio de los rellenos sanitarios ubicados dentro de la jurisdicción de la **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA.**

4.1 Mediciones en Campo

En la **Tabla 7**, se presentan los valores para cada una de las variables medidas en campo.

Tabla 7. Mediciones en campo

ASUB	Fecha	Hora	Parámetros *In-Situ*				
Puntos de muestreo			**ID**	**pH (Unidades)**	**Temperatura °C**	**Oxígeno disuelto mg/L**	**Conductividad µS/cm**
Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos	19/01/23	10:00	189904	6,79	30,6	2,1	38,1
Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos		11:00	189905	6,83	30,3	2,6	14,1
Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico	23/01/23	10:20	189909	6,81	30,6	2,2	38,1
Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas		11:45	189911	7,42	27,9	1,7	4,12
Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El clavo		13:15	189913	6,49	30,0	2,2	53,1
Mínimo-Máximo				6,49-7,42	27,9-30,6	1,7-2,6	4,12-53,1

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual, es medida en una escala que va de 0 a 14 unidades. Una solución ácida tiene una concentración alta de hidrogeniones (H^+), mientras que una solución básica tiene una concentración baja de H^+, tal y como se observa en la **Figura 6.** (Prichard, 2003).

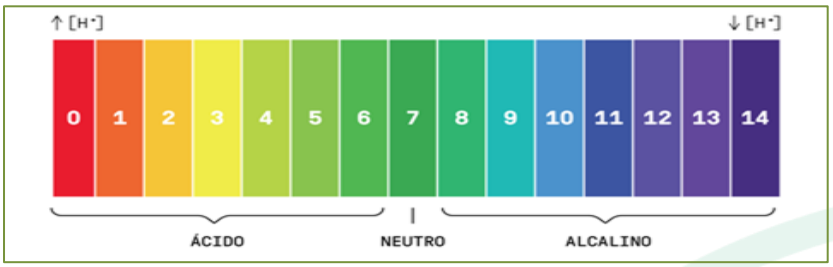
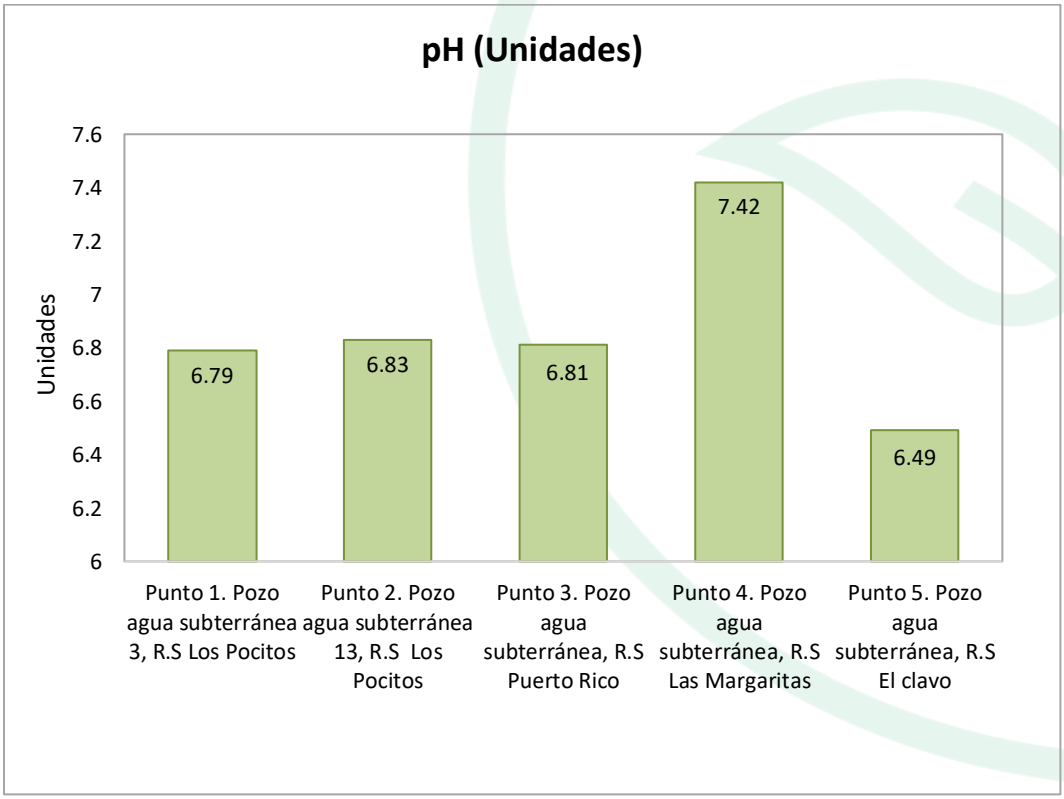


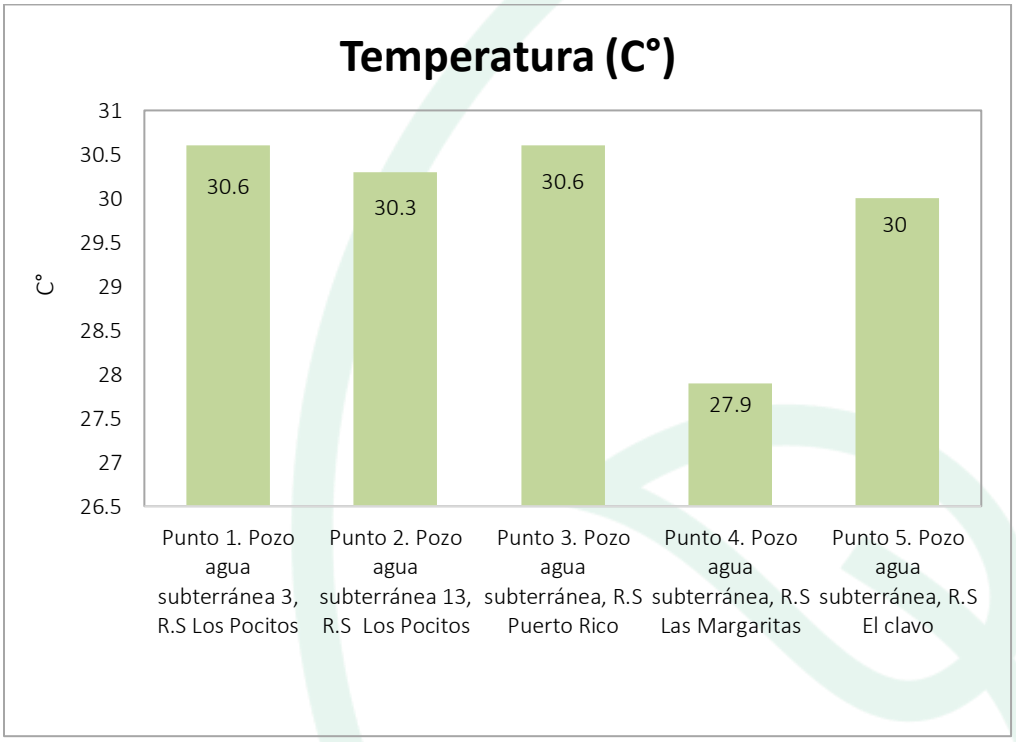
Figura 6. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que los valores obtenidos de pH's mantienen un comportamiento con tendencia a la neutralidad en los Pozos de agua subterránea ubicados dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico. Lo anterior se puede ver reflejado en la **Grafica 1.**



Grafica 1. Comportamiento de pH.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, las mediciones de temperatura a lo largo del monitoreo mantienen un comportamiento homogéneo, acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, sin influencia por parte de factores extrínsecos.



Grafica 2. Comportamiento de temperatura.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, la conductividad es una expresión numérica de la habilidad del agua para transportar una corriente eléctrica que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas (Romero, 2009). De los valores reportados se encuentra que el valor mínimo corresponde a 4,12 µS/cm en el Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas y el valor máximo fue de 53,1 µS/cm en el Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El clavo.

En lo que respecta a las mediciones de oxígeno disuelto, se evidencian concentraciones en un rango de 1,7 0 mg/L en el Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas a 2,6 mg/L en el Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos.

4.2 Mediciones en laboratorio

A continuación, en la **Tabla 8** se consignan los valores obtenidos en los puntos de monitoreo, tras el análisis de las muestras en los laboratorios.

Tabla 8. Resultados de laboratorio.

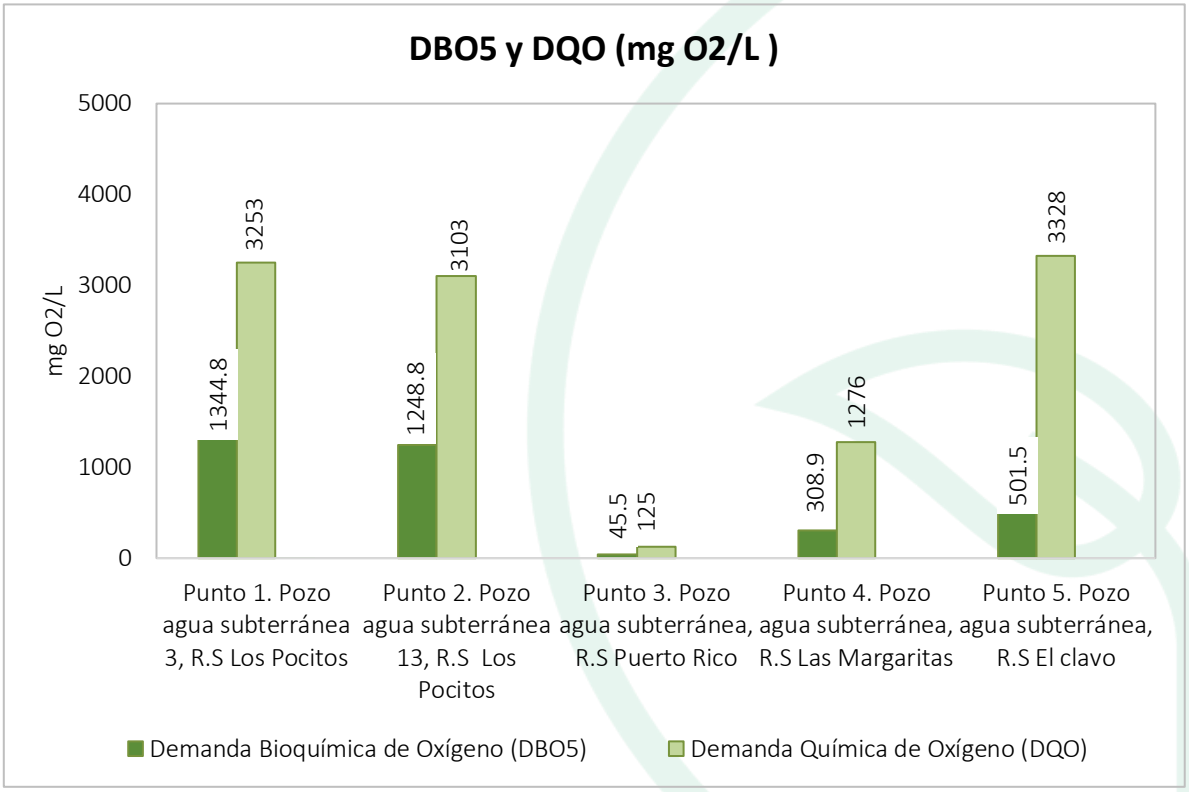
Parámetros	Unidades	Incertidumbre	Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos	Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos	Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico	Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas	Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El clavo
			ID 189904	ID 189905	ID 189909	ID 189911	ID 189913
Cloruro	mg Cl^-/L	0,087	8898	19366	904	5371	1489
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg O_2/L	0,1157	1344,8	1248,8	45,5	308,9	501,5
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O_2/L	0.09	3253	3103	125	1276	3328
Fenoles	mg P/L	0,0081	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fluoruros - CI	mg F-/L	0,09	**	**	1,14	< 0,15	1,36
Grasas y aceites	mg/L	0,015	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Nitratos-CI	mg N-NO3 - /L	0,0079	**	**	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitritos	mg N-NO2 - /L	0,0378	**	**	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,0429	30,7	32,9	12,1	106,0	91,1
Sulfatos	mg SO4 - /L	0,025	12247	13569	253	1064	658
Coliformes total	NMP/100 mL	±0,31	2400	16000	9200	<1,8	<1,8
Coliformes Termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	±0,32	130	9200	92	<1,8	<1,8
Aluminio total	mg/L	0,090	0,442	0,780	0,147	0,108	0,381

Parámetros	Unidades	Incertidumbre	Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos	Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos	Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico	Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas	Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El clavo
			ID 189904	ID 189905	ID 189909	ID 189911	ID 189913
Arsénico total	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Berilio total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Boro total	mg/L	0,090	3,416	5,677	0,718	0,393	0,481
Cadmio total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cobalto total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cromo total	mg/L	0,002	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002
Cobre total	mg/L	0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	0,009
Hierro total	mg/L	0,003	6,99	1,44	0,462	2,89	1,88
Mercurio total	mg/L	0,0005	<0,0005	0,0010	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Litio total	mg/L	0,003	5,42	4,94	<0,003	<0,003	<0,003
Manganeso total	mg/L	0,002	7,08	16,6	0,486	4,25	0,37
Molibdeno total	mg/L	0,002	0,065	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Níquel total	mg/L	0,003	0,023	0,031	<0,003	0,021	<0,003
Plomo total	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Selenio total	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Vanadio total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,006
Zinc total	mg/L	0,003	0,059	0,111	0,217	0,044	0,085

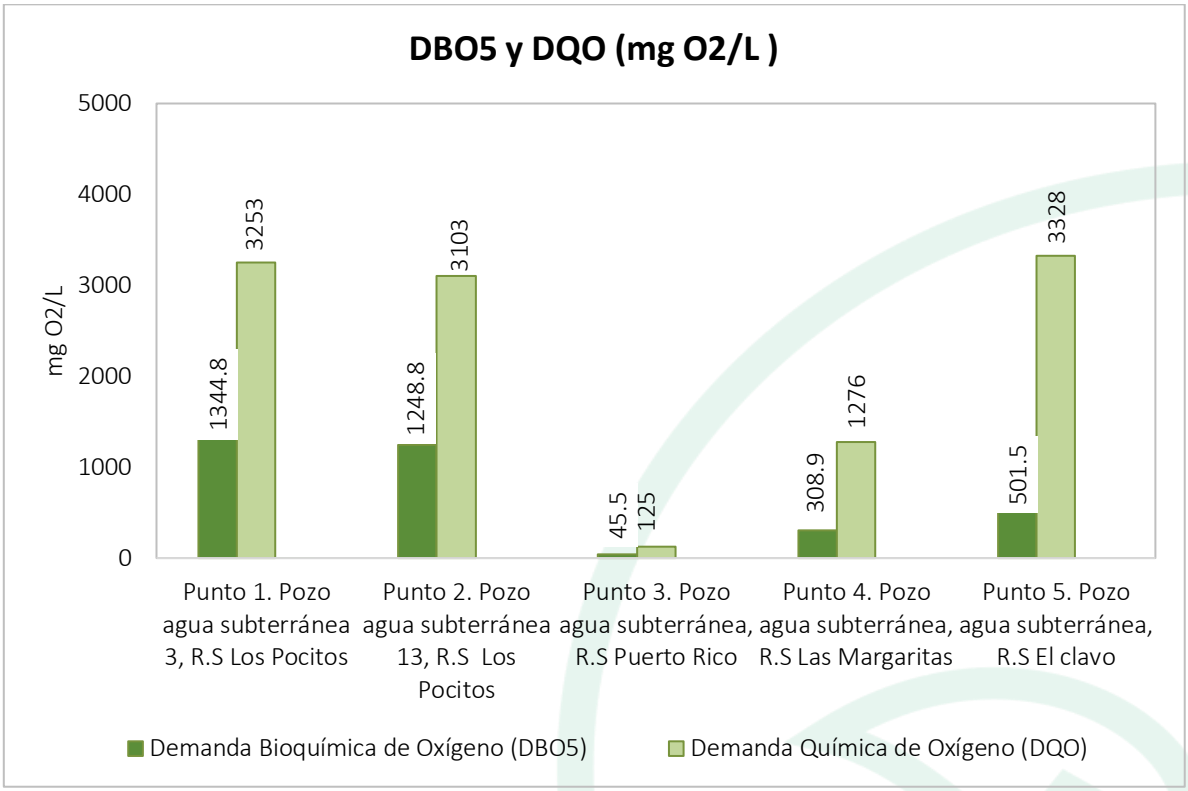
***: El mensurando no se pudo determinar, debido a la naturaleza de la muestra*

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., SGS COLOMBIA S.A.S, LIMA S.A.S, Y CIS LAB, 2023.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) es la medida de oxígeno requerida por los microorganismos para degradar la materia orgánica presente; mientras que la Demanda Química de Oxígeno (DQO), es una estimación del total de materia oxidable, biodegradable o no, presente en el agua. Ambas variables, se encuentran estrechamente relacionadas y se utilizan como indicadores de la calidad del agua. Los valores obtenidos de DBO5 y DQO para los puntos de monitoreo, se pueden observar en la

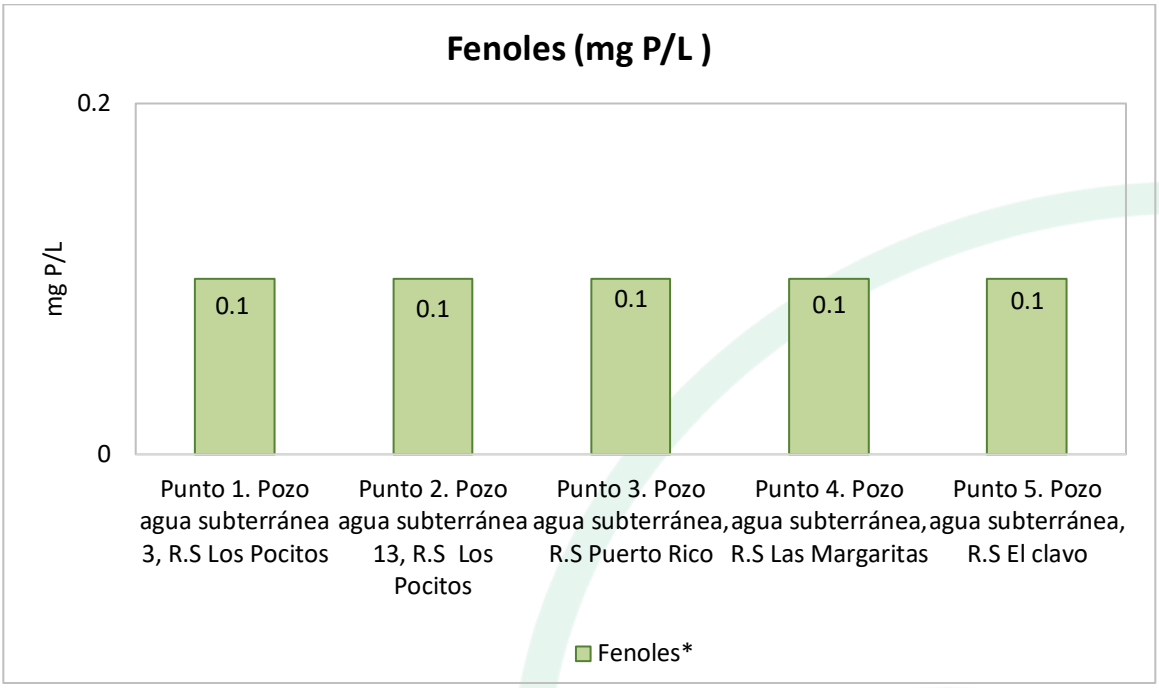


Grafica 3**.**



Grafica 3. Comportamiento de DBO_5 y DQO.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los fenoles son muy solubles en agua y se presentan como resultados de la polución con residuos industriales; al aplicar cloro a dichas aguas, para su desinfección, se forman clorofenoles y se presentan problemas de olores y sabores indeseables a muy bajas concentraciones. En concentraciones altas es muy tóxico (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). Las concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo se presentaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis utilizada por el laboratorio; esto se puede evidenciar en la **Grafica 4.**



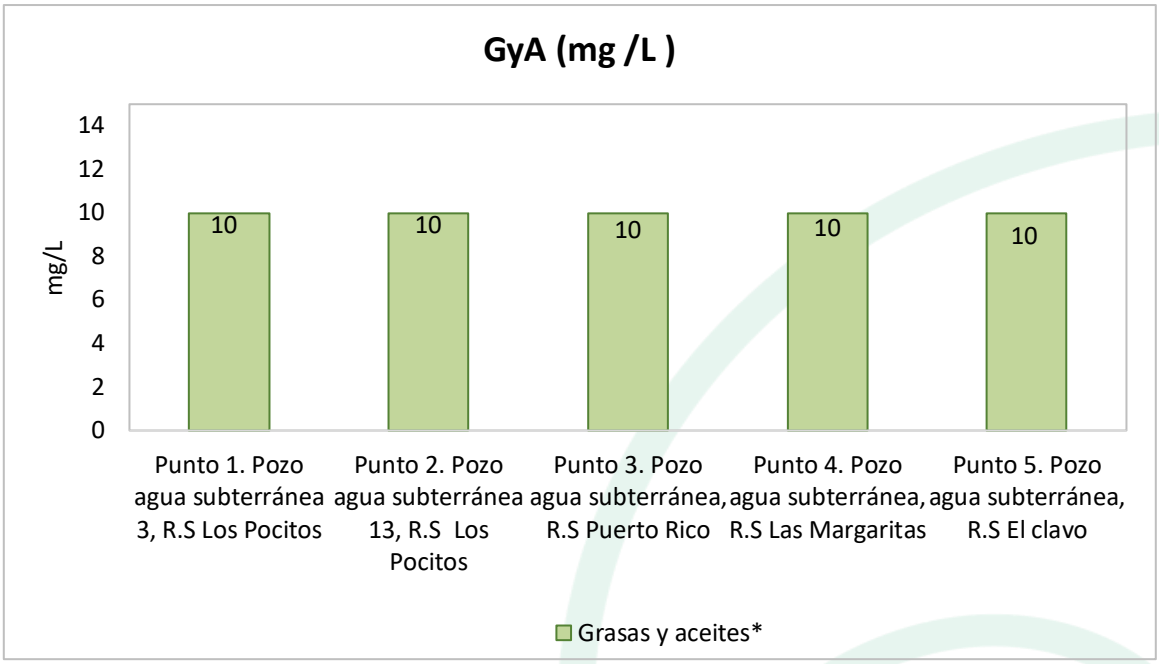
**: valores por debajo del límite de cuantificación*

Grafica 4. Comportamiento de Fenoles

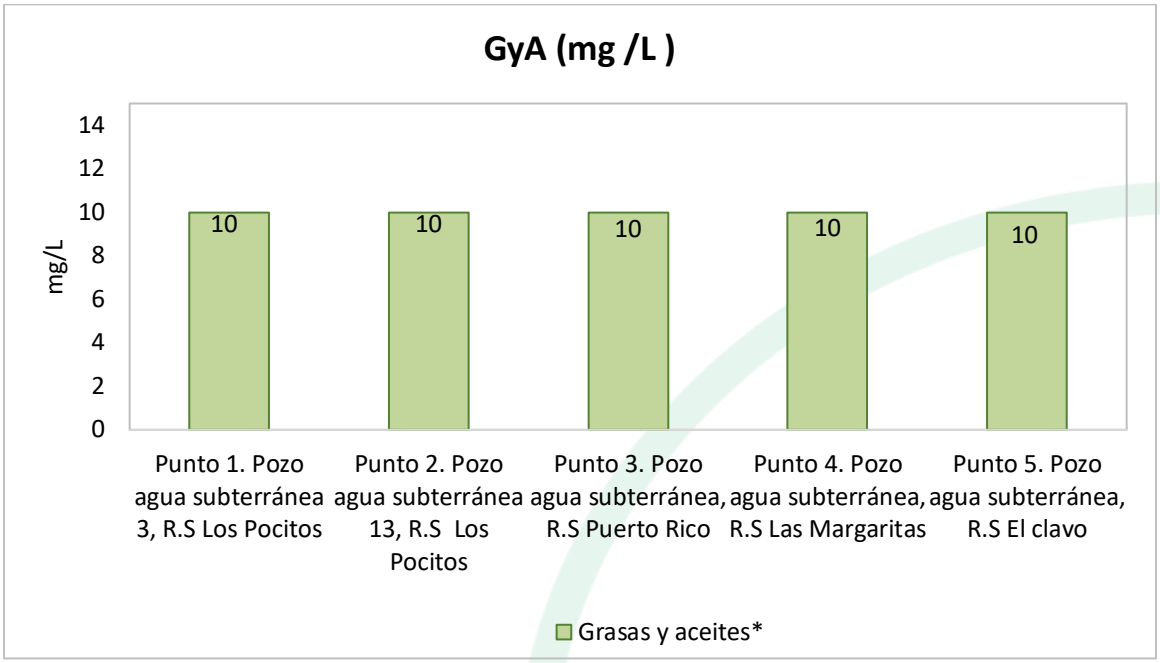
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

Las concentraciones reportadas de Grasas y Aceites en los puntos de monitoreo se presentaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, siendo esta de

10 mg/L, tal y como lo muestra la



.

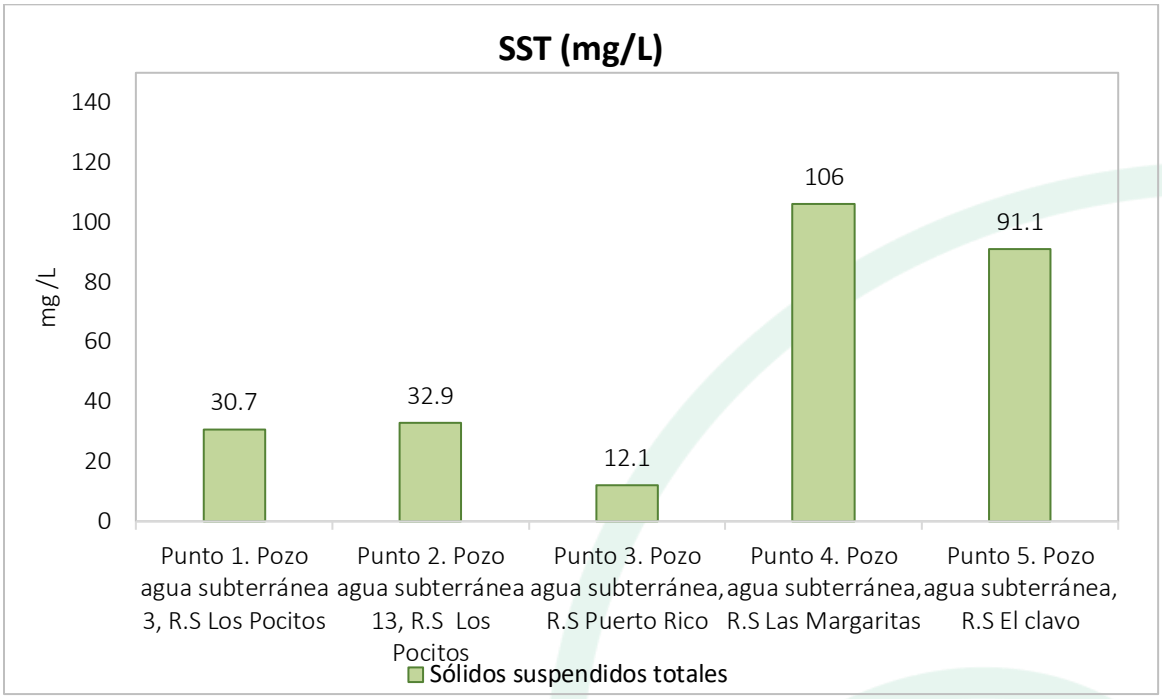


**: valores por debajo del límite de cuantificación*

Grafica 5. Comportamiento de GyA

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (DANE, 2007). La presencia de sólidos en suspensión participa en el desarrollo de la turbidez y el color del agua, produciendo el color aparente en las aguas y disminuyen el paso de radiación solar. Los valores obtenidos en los puntos de monitoreo presentaron comportamiento variable; esto se puede observar en la **Grafica 6.**



Grafica 6. Comportamiento de SST
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para el parámetro de cloruro, los puntos de monitoreo presentaron concentraciones en un rango de 904 a 19366 mg Cl-/L, siendo el Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos el que presento mayor valor.

La concentración de sulfatos básicamente se mide como indicador del proceso de oxidación del sulfuro, al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas. En los puntos monitoreados se obtuvieron concentraciones en el rango de 253 a 13569 mg SO4 - /L, siendo el Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos el que presento mayor valor.

Los iones de Nitritos y Nitratos son iones inorgánicos de origen natural que forman parte del ciclo del Nitrógeno. En este ciclo, los desechos que contienen Nitrógeno orgánico se descomponen en el agua por acción de los microorganismos, para formar amoniaco en primera instancia. Los valores registrados de Nitratos y Nitritos presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis del laboratorio, para los puntos ubicados en los rellenos sanitarios de El Clavo, Las Margaritas y Puerto Rico; para los puntos ubicados en el relleno sanitario Los Pocitos, el mensurado no se pudo analizar de acuerdo con la naturaleza de la muestra.

Los Fluoruros registraron valores que presentaron unas concentraciones bajas para los puntos ubicados en los rellenos sanitarios de El Clavo, Las Margaritas y Puerto Rico; sin embargo, los puntos ubicados en el relleno sanitario Los Pocitos, el mensurado no se pudo analizar de acuerdo con la naturaleza de la muestra.

De acuerdo con los resultados obtenidos para los metales analizados en los puntos de monitoreo, se presentaron concentraciones bajas e incluso inferiores a los límites de cuantificación, infiriendo la poca presencia de estos en las muestras de agua analizadas.

Para el análisis de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes se obtuvieron concentraciones elevadas en los puntos del relleno sanitario Los Pocitos y el punto ubicado en el relleno sanitario Puerto Rico; es común encontrar microorganismos en este tipo de agua, debido a que son producto de la actividad biológica; de la misma forma, pueden ser aportados por factores extrínsecos pero que mantienen una dinámica natural (actividades ganaderas, agrícolas, humanas de tipo doméstico, entre otras). Por otro lado, para los puntos de los rellenos sanitarios Las Margaritas y El Clavo, se presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica de análisis del laboratorio, infiriendo la poca presencia de estos microorganismos en la muestra de agua analizada.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las mediciones en campo y los resultados arrojados tras el análisis de las muestras por los laboratorios se concluye lo siguiente:

Los pH obtenidos en los puntos de monitoreo analizados corresponden a pH con comportamientos de tendencia neutra; el oxígeno disuelto, se evidencio concentraciones en un rango de 1,7 0 mg/L en el Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas a 2,6 mg/L en el Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos; los valores de temperatura registrados son acorde a las condiciones climáticas de la zona de estudio, por último, de acuerdo con los resultados obtenidos de conductividad, se encontró que el valor mínimo corresponde a 4,12 µS/cm en el Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas y el valor máximo fue de 53,1 µS/cm en el Punto 5. Pozo agua subterránea, R.S El clavo.

Para el caso de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, se presentaron concentraciones características del tipo de agua analizada.

Teniendo en cuenta los resultados de la medición de laboratorio en los 5 puntos de monitoreados ubicados dentro de la jurisdicción de la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA, se evidencio para el parámetro de cloruro un valor máximo 19366 mg Cl^-/L para Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos y un valor mínimo 904 mg Cl^-/L para el Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico; en la demanda bioquímica de oxígeno para el Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos siendo el de mayor valor y para Punto 3. Pozo agua subterránea, R.S Puerto Rico siendo el menor valor; la demanda química de oxígeno se evidencio valores dentro de un rango 45,5 a 1344,8 mg O_2/L siendo el de mayor valor para el Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocito; para los parámetros fenoles y grasas y aceites presentaron valores por debajo del límite de cuantificación; en el caso de nitratos, nitritos y fluoruros se evidencio para los Punto 1. Pozo agua subterránea 3, R.S Los Pocitos y Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos no se determinaron debido a su naturaleza; para los sulfatos se obtuvo un mayor valor en el Punto 2. Pozo agua subterránea 13, R.S Los Pocitos siendo este de 13569 mg SO4 - /L; en los sólidos suspendidos

totales se presentaron valores dentro un rango 12,1 a 106,0 mg/L siendo el mayor valor en el Punto 4. Pozo agua subterránea, R.S Las Margaritas.

De acuerdo con los resultados de laboratorio se evidencio que los metales analizados en los puntos de monitoreo presentan concentraciones bajas e incluso inferiores a los límites de cuantificación para la determinación de arsénico total, berilio total, cadmio total, cobalto total, plomo total y selenio total; por lo que se infiere la poca o nula presencia de estos elementos en las muestras analizadas. Por su parte, se presentan con mayor presencia los metales de cromo total, cobre total hierro total, mercurio total, litio total, manganeso total, molibdeno total, níquel total, vanadio total zinc total, vanadio total, zinc total.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

3 de abril 2023

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. NOTA: PARA LAS MUESTRAS DE SOx DE CALIDAD DE AIRE, EL TIEMPO DE CONSERVACIÓN SE REDUCE A 15 DÍAS FINALIZADO EL MONITOREO, TENIENDO EN CUENTA LAS REFERENCIAS EXPUESTAS POR LA EPA. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.

6. REFERENCIA

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EE.UU.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://en.climate-data.org/south-america/colombia/atlantico/baranoa-50360/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/galapa-50364/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/palmar-de-varela-50367/
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/santo-tomas-50366/
- Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía Para El Monitoreo De Vertimientos, Aguas Subterráneas Y Subterráneas.
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.
- NMX-AA-004-SCFI-2000. (s.f.). Obtenido de aniq.org.mx/Pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf
- Prichard, E. (2003). Measurement of pH. UK: Teddington.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- IDEAM. (2007). Prácticas de análisis fisicoquímicos de laboratorio para control de procesos. Consultado el 24 de enero de 2023 en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapitulooIII/4Practicasdeanalisisfisicoquimicosdelaboratorio.pdf
- IDEAM. (2007). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de ideam.gov.co/documents/14691/38155/Fenoles+por+Destilación%2C+Extracción+con+CHCL3+y+Espectrofotometría.pdf/3de90b8a-b7aa-419d-b8b5-
- DANE. (2007). Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

7. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 9.** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 9. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reportes de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	ReporteSERAMBIENTE	3
	LIMA S.A.S.	ReporteLIMA	3
	SGS COLOMBIA S.A. BOGOTA	ReporteSGS	6
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	ReporteCISLAB	2
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Cadenas _custodia	10
		Formatos_campo	7
Anexo 3. Resoluciones de acreditación	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 2577 de 2022	30
	LIMA S.A.S.	Resolución 1445 de 2022	11
	SGS COLOMBIA S.A. BOGOTA	Resolución 0790 de 2022	21
	COOPERATIVA DE TECNÓLOGOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y AFINES T.I.P. (CIS LAB)	Resolución 0780 de 2022	14
Anexo 4. Registro fotográfico			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

(FIN DEL INFORME)