INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

SIEMBRA BARRANQUILLA S.A.S.

Caracterización fisicoquímica de suelos realizada el día 19 de diciembre de 2020.

BARRANQUILLA, ATLÁNTICO
DICIEMBRE 2020

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



INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

Elaboró:



Ana María Caicedo Collazos

Revisó:



Ana Milena Ariza Blanco

Aprobó:



Ángel Barrera Ibarra

El monitoreo fue realizado por Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S., empresa acreditada por el IDEAM a través de la Resolución 1013 de 2019, vigentes hasta el 12 de septiembre de 2023, para producir información cuantitativa, física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes. Esta se encuentra ubicada en la carrera 41 Nº 73B-72 en la ciudad de Barranquilla. El grupo de trabajo estuvo conformado por los siguientes profesionales de SERAMBIENTE S.A.S:

STEVEN FRÍAS
Ingeniero de campo

ANA MARÍA CAICEDO
Analista Técnico

ÁNGEL BARRERA IBARRA
Gerente

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7

2. OBJETIVOS 8

2.1 OBJETIVO GENERAL 8

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

3. GENERALIDADES 9

3.1 ALCANCE 9

3.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 9

3.3 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO 9

4. METODOLOGÍA 11

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO 11

4.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO 11

4.3 PROCESO METODOLÓGICO 15

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21

5.1 RESULTADOS DE LABORATORIO 21

6. CONCLUSIONES 28

7. BIBLIOGRAFÍA 30

8. ANEXOS 33



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras 9

Tabla 2. Datos generales del estudio 10

Tabla 3. Identificación de las muestras 10

Tabla 4. Descripción del punto de monitoreo – P1 y P2 12

Tabla 5. Descripción del punto de monitoreo – P3 y P4 13

Tabla 6. Descripción del punto de monitoreo – P5 y P6 14

Tabla 7. Metodología Toma de muestras 16

Tabla 8. Tipos de Envases y preservas según Standard Methods Ed. 23 19

Tabla 9. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras. 19

Tabla 10. Resultados de laboratorio 21

Tabla 11. Salinidad en suelos a partir de Conductividad Eléctrica 26

Tabla 12. Anexos del Informe técnico 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del punto de monitoreo 15

Figura 2. Actividades de la etapa de preparación. 16

Figura 3. Flujograma del proceso de remisión de muestras..... 18

Figura 4. Escala de pH..... 22

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento del pH 23

Gráfica 2. Correlación CIC y pH. 24

Gráfica 3. Diagrama de Dispersión Carbono Orgánico Total 25

Gráfica 4. Cumplimiento de Conductividad Eléctrica 26

1. INTRODUCCIÓN

SIEMBRA BARRANQUILLA S.A.S., contrató los servicios de SERAMBIENTE S.A.S., para la realización de una caracterización de suelos en seis (6) puntos localizados en un lote en Villas de San Pablo, ubicado en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico; con el fin de evaluar la calidad fisicoquímica de los estos.

El presente informe contiene la etapa de campo y los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica, con el fin de determinar las condiciones del suelo para la siembra de un huerto urbano. Los métodos de medición y análisis empleados, son los definidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017.

La toma de muestra se realizó el día 19 de diciembre de 2020 por SERAMBIENTE S.A.S. y se analizó en conjunto por los laboratorios de SERAMBIENTE S.A.S. [1] y CHEMICAL LABORATORY S.A.S. – CHEMILAB S.A.S.[2], dichos laboratorios se encuentran acreditados por el IDEAM para la toma de muestras y análisis de parámetros fisicoquímicos.

1 Empresa acreditada por la Resolución 1013 de 2019.

2 Empresa acreditada por la Resolución 0288 de 2019.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar a través de una caracterización fisicoquímica las condiciones actuales del suelo en seis (6) puntos de monitoreo sobre los dos primeros horizontes, localizados en un lote en Villas de San Pablo, ubicado en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos en seis (6) puntos de monitoreo sobre los dos primeros horizontes, por medio de toma de muestras para analizar en laboratorio.

3. GENERALIDADES

3.1 Alcance

Toma de muestras de suelo en seis (6) puntos de monitoreo sobre los dos primeros horizontes, localizados en un lote en Villas de San Pablo, para su caracterización fisicoquímica, para establecer la línea base de manera cuantitativa.

3.2 Información de la empresa

Razón social: SIEMBRA BARRANQUILLA S.A.S.

Departamento: Atlántico

Municipio: Barranquilla

Actividad económica: Prestación de servicios de arborización y paisajismo en los parques, plazas públicas y zonas verdes del distrito de Barranquilla, así como de la realización de actividades complementarias, incluyendo las de paisajismo.

3.3 Empresa responsable del estudio

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.	pH en suelos	Resolución 1013 de 2019
	Conductividad en suelos	
CHEMILAB S.A.S.	Aluminio intercambiable	Resolución 0288 de 2019
	Boro	
	Calcio total	
	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	
	Carbono orgánico total	
	Cobre total	
	Fosforo total	
	Hierro total	
	Magnesio total	
	Manganeso total	
	Potasio total	
	Sodio total	

Laboratorio	Parámetro	Resolución de Acreditación
	Textura	
	Zinc total	

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

Los datos de la identificación de la muestra y el punto de monitoreo, se detalla en las siguientes **Tabla 2** y **Tabla 3**.

Tabla 2. Datos generales del estudio

Fecha de muestreo	19 de diciembre de 2020
Sitio de muestreo	Lote en Villas de San Pablo, Barranquilla, Atlántico
Duración del muestreo	1 día
Puntos de monitoreo	○ Muestra P1 ○ Muestra P2 ○ Muestra P3 ○ Muestra P4 ○ Muestra P5 ○ Muestra P6
Tipo de estudio	Estudio de caracterización de suelos

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

Tabla 3. Identificación de las muestras

Número de identificación	No. de reporte	Laboratorio	Fecha	Punto
123818	6915	SERAMBIENTE S.A.S.	19/12/2020	Muestra P1
123819				Muestra P2
123820				Muestra P3
123821				Muestra P4
123822				Muestra P5
123823				Muestra P6
MS198617	R 129482	CHEMILAB S.A.S.		Muestra P1
MS198627	R 129483			Muestra P2
MS198628	R 129484			Muestra P3
MS198630	R 129485			Muestra P4
MS198631	R 129486			Muestra P5
MS198632	R 129487			Muestra P6

NA: No aplica.

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



4. METODOLOGÍA

4.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales fueron realizar la toma de muestras de suelo en seis (6) puntos sobre los dos primeros horizontes, localizados en un lote en Villas de San Pablo, para su caracterización fisicoquímica para establecer la línea base de manera cuantitativa.

Se realizó la toma de muestras el día 19 de diciembre de 2020. 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 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017.

La toma de muestras de suelos se realizó de manera puntual o simple, siguiendo lo establecido en el Instructivo para muestreo de suelos (PO-PSM-46).

4.2 Ubicación geográfica y descripción del punto de muestreo

En este numeral se presenta la ubicación geográfica y las características cada punto de monitoreo; los cuales se ubican en un lote en Villas de San Pablo, municipio de Barranquilla – Atlántico.

El clima en la zona de estudio es tropical, según la clasificación de Köppen Geiger, el clima es AW, lo que indica que posee una estación seca extensa, mientras que la estación lluviosa es corta, pero con una alta precipitación. La precipitación promedio es de 767 mm y la temperatura media anual es de 27,8 °C (www.es.climate-data.org/).

En la **Tabla 4**, **Tabla 5** y **Tabla 6** se puede observar la descripción de los puntos de monitoreo sobre los dos primeros horizontes del suelo, los cuales se encuentran relacionados en el Anexo 2. Formatos de campo *(Plan de muestreo– FO-PO-PSM-72-14), planillas de campo – FO-PO-PSM-46-01 y cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03).* Teniendo en cuenta el procedimiento general de muestreo, a continuación, se presenta una ficha técnica para cada punto de monitoreo en el que se especifican las características de cada uno.

Por otro lado, en cada ficha técnica se relaciona las coordenadas de cada punto de monitoreo, de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84, Magna Sirgas con origen Central y Nacional. Asimismo, en la **Figura 1** se visualiza la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo, municipio de Barranquilla – Atlántico.

Tabla 4. Descripción del punto de monitoreo – P1 y P2

Identificación del punto	P1 y P2	Registro Fotográfico
Coordenadas Magna Sirgas Origen Central	1703853,052 N 913867,053 E	
Coordenadas Geográficas	10°57'33,77" N 74°51'55,83" W	
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	2769683,705 N 4796224,782 E	
Cota (msnm)	28	
Fecha de muestreo	19/12/2020	
Hora de muestreo	17:00 17:15	
Tipo de Muestreo	Simple	
ID muestra	123818 123819	
Descripción del Punto de monitoreo y características de la muestra 1 y 2		
El punto P1 se encuentra localizado en la tercera calicata en el horizonte A, este horizonte va desde la superficie hasta los 29 centímetros de profundidad. A partir de observaciones en campo, el suelo es de color marrón grisáceo con vetas blancas, de textura arcillosa y con piedras. El punto P2 se encuentra localizado en la tercera calicata en el horizonte B, este horizonte va desde los 29 hasta los 80 centímetros de profundidad. A partir de observaciones en campo, el suelo es de color marrón oscuro y rojizo, de textura arcillosa y presencia de escombros. En este punto se ubicarán las camas a cielo abierto.		

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, 2021.

Tabla 5. Descripción del punto de monitoreo – P3 y P4

Identificación del punto	P3 y P4	Registro Fotográfico
Coordenadas Magna Sirgas Origen Central	1703743,857 N 913994,865 E	
Coordenadas Geográficas	10°57'30,23" N 74°51'51,61" W	
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	2769574,095 N 4796352,155 E	
Cota (msnm)	28	
Fecha de muestreo	19/12/2020	
Hora de muestreo	16:00 16:15	
Tipo de Muestreo	Simple	
ID muestra	123820 123821	

Descripción del Punto de monitoreo y características de la muestra 3 y 4
El punto P3 se encuentra localizado en la primera calicata en el horizonte A, este horizonte va desde la superficie hasta los 30 centímetros de profundidad. A partir de observaciones en campo, el suelo es de color marrón claro, de textura arenosa y arcilloso orgánico. El punto P4 se encuentra localizado en la primera calicata en el horizonte B, este horizonte va desde los 30 hasta los 80 centímetros de profundidad. A partir de observaciones en campo, el suelo es de color marrón oscuro, de textura arcillosa y limosa. En este punto se ubicará el semillero y zona de cajones de cultivos.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, 2021.

Tabla 6. Descripción del punto de monitoreo – P5 y P6

Identificación del punto	P5 y P6	Registro Fotográfico
Coordenadas Magna Sirgas Origen Central	1703811,141 N 913920,179 E	
Coordenadas Geográficas	10°57'32,41" N 74°51'54,08" W	
Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	2769641,620 N 4796277,738 E	
Cota (msnm)	28	
Fecha de muestreo	19/12/2020	
Hora de muestreo	17:30 17:45	
Tipo de Muestreo	Simple	
ID muestra	123822 123823	

Descripción del Punto de monitoreo y características de la muestra 5 y 6
El punto P5 se encuentra localizado en la segunda calicata en el horizonte B, este horizonte va desde la los 26 hasta los 80 centímetros de profundidad. A partir de observaciones en campo, el suelo es de color marrón oscuro, de textura arcillosa y limosa. El punto P6 se encuentra localizado en la segunda calicata en el horizonte A, este horizonte va desde la superficie hasta los 26 centímetros de profundidad. A partir de observaciones en campo, el suelo es de color marrón oscuro, de textura arcillosa y limosa. En este punto se ubicará el invernadero.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, 2021.

Figura 1. Localización geográfica del punto de monitoreo



Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2021.

4.3 Proceso metodológico

Los métodos empleados para la caracterización fisicoquímica, del área de estudio se encuentran fundamentados en los textos del Standard Methods Edición 23, 2017. Además de la norma técnica colombiana NTC-ISO 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2005).

4.3.1 Etapa de preparación

Esta etapa es fundamental para el adecuado funcionamiento de los demás procesos, pues es aquí donde se lleva a cabo toda la planeación y programación para que la fase de campo se desarrolle sin ningún inconveniente. En la **Figura 2**, se muestran los pasos que se siguieron, con la finalidad de determinar el punto de monitoreo y las pruebas a realizar.

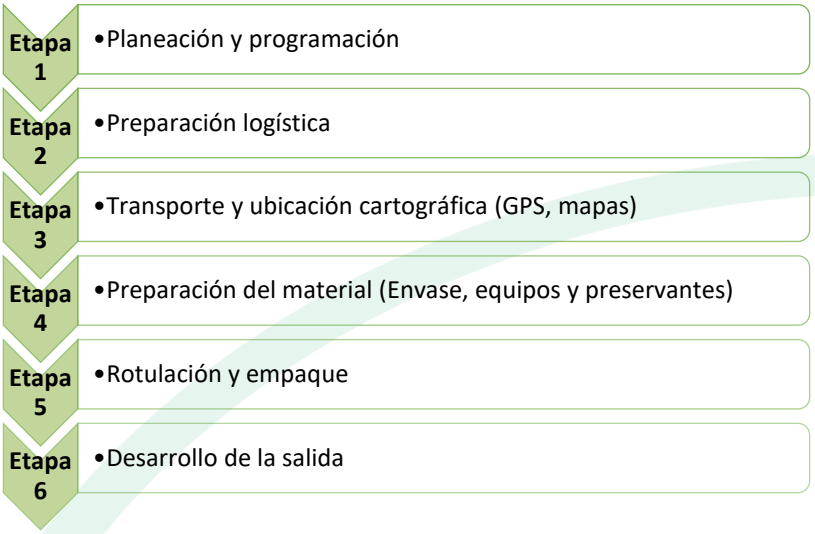


Figura 2. Actividades de la etapa de preparación.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, 2021.

4.3.2 Etapa de campo

Para la toma de muestras en campo se implementó la metodología descrita en la **Tabla 7** y lo establecido en los procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S, PO-PSM-01 Planeación y ejecución del servicio y PO-PSM-46 Muestreo de suelos. El tipo de muestra fue simple, de tipo "manual"; para tal fin, se utilizó un frasco boca ancha con cierre hermético o vidrio boca ancha, los cuales fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar, esto se detalla en la **Tabla 8.** En la **Tabla 9** el listado de los métodos empleados para el análisis de los factores fisicoquímicos y de metales, así como sus límites de cuantificación e incertidumbre de los mismos.

Tabla 7. Metodología Toma de muestras

Acción	Detalle
Verificar el plan de muestreo	Todos los muestreos realizados por el personal deben obedecer a un plan de muestreo, previamente elaborado y aprobado por el Ingeniero de Campo. El plan debe cumplir con los requerimientos del cliente y las condiciones del muestreo la información de interés debe ser relacionada en el formato de parámetros "in-situ".
Verificación de los implementos requeridos	Verificar que se dispone de todos los equipos, recipientes, materiales, reactivos y suministros necesarios para el muestreo, de acuerdo con el tipo de muestreo a realizar, los parámetros a medir en campo y el tipo de muestras a obtener. Dichos implementos deben haber sido preparados con la debida anterioridad en el laboratorio.

Acción	Detalle
Rotulación de envases	De acuerdo al plan de muestreo los recipientes antes de realizar el muestreo deben estar apropiadamente rotulados de acuerdo al análisis a realizar. El rotulo contiene los siguientes datos: Número de muestra, sitio de muestreo, análisis a realizar y preservación. Este rótulo se fija con cinta transparente ancha que lo cubre en su totalidad.
Reconocer el sitio de muestreo	Realizar un reconocimiento del sitio de muestreo, para tener información del proceso y dar una ubicación acertada, de ser posible contar con las coordenadas del punto.
Ubicar y limpiar el punto de muestreo	Una vez ubicado el punto de muestreo se debe realizar una limpieza de sus alrededores para garantizar la seguridad de las operaciones y evitar la contaminación de las muestras. Según sea el caso, se deben retirar objetos, maleza, residuos y/o sustancias que obstaculicen o afecten la representatividad del muestreo y permita de manera segura que la persona ejecute el mismo.
Registrar la información del punto de muestreo	Después de obtener las muestras, se debe registrar en el formato de determinaciones in situ la información del cliente, lugar y fecha, equipos de medición, características del sitio de muestreo y sus alrededores y las observaciones a que haya lugar, incluyendo condiciones climáticas, temperatura ambiente, condiciones de monitoreo, etc.
Toma de muestras de suelos	La toma de muestra puntual o simple, se puede recoger fácilmente usando barrenos manuales y otras técnicas de muestreo semejantes, si se requieren muestras no disturbadas se puede emplear equipo especial, por ejemplo, una caja de Kubiena u otro similar. Se debe: ○ Delimitar el terreno de acuerdo al método de la cuadricula seleccionado, haciendo uso de estacas de madera (dependiendo el tipo de suelo) y cuerda. ○ Realizar el apique excavando un hoyo a la respectiva profundidad (0,5m, 1,0m y 1,5m). ○ Tomar la muestra de una de las paredes. ○ Cuando las muestras son recolectadas por espátula, pala o cuchara, se usa un limpiador para remover residuos de suelo en la herramienta colocando los desperdicios en un recipiente plástico. ○ La muestra que se encuentra en la hoja de la pala, dividirla con una espátula en tres partes y tomar la parte del centro. ○ Empacar las muestras para luego transferir la muestra a un contenedor. ○ Rellenar el hoyo con el material almacenado, limpiar y restaurar el sitio de muestreo. ○ Descontaminar equipos y sitio de muestreo.
Diligenciar el formato de cadena de custodia	○ Una vez embaladas las muestras se diligencia la información solicitada en el formato de cadena de custodia.
Transportar las muestras al Laboratorio	○ Almacenar las muestras en una nevera de polietileno.



Acción	Detalle
	○ Verificar que cada nevera contenga suficientes compresas de hielo para asegurar que la refrigeración se mantenga hasta la llegada al laboratorio. (temperatura cercana a 5ºC) ○ Verificar que la tapa de cada nevera quede bien cerrada y que no se salga de su sitio durante el viaje. ○ Identificar cada nevera con el logo del laboratorio y el logo de la empresa del cliente o el nombre (rótulo sale del laboratorio). E identificar con "…manipúlese con cuidado. Este lado arriba…" ○ Amarra con cinta de manera que se asegure que la nevera queda bien sellada. ○ Manipular las neveras cuidadosamente, mantenerlas en posición horizontal, no golpearlas, no ubicarlas cerca de productos volátiles o corrosivos y mantenerlas alejadas de fuentes de calor. ○ El procedimiento de transporte se detalla en la **Figura 3.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2020.

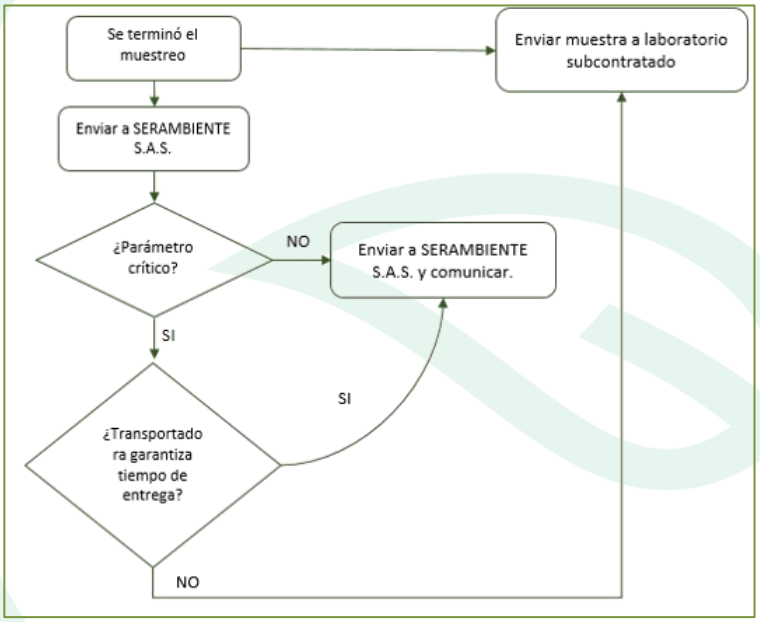


Figura 3. Flujograma del proceso de remisión de muestras.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Debe planificarse el procedimiento descrito anteriormente para asegurar su entrega oportuna al laboratorio; por ello también es necesario que las muestras sean recepcionadas oportunamente, por lo que el ingeniero de campo responsable del muestreo debe enviar la cadena de custodia para que el laboratorio asigne los códigos de identificación (ID).

Tabla 8. Tipos de Envases y preservas según Standard Methods Ed. 23

Parámetros	Preservas	Tipo de recipiente	Tiempo Máximo de Almacenamiento
Aluminio intercambiable	Refrigerar de 4°C - 6°C	Plástico (polietileno o equivalente - Bolsa ziploc) o vidrio	28 días
Calcio Total	Refrigerar durante el almacenamiento		Analizar lo más pronto posible
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Refrigerar de 4°C - 6°C		28 días
Carbono orgánico total (COT)	Refrigerar de 1°C a 5°C. Permanecer la muestra sin luz directa del sol.	Vidrio	28 días
Conductividad en suelos	Refrigerar de 4°C - 6°C	Plástico (polietileno o equivalente - Bolsa ziploc) o vidrio	14 días
Fósforo total	Refrigerar de 4°C - 6°C	Vidrio	28 días
Magnesio total	Refrigerar durante el almacenamiento	Plástico (polietileno o equivalente - Bolsa ziploc) o vidrio	Analizar lo más pronto posible
pH en suelos	Refrigerar de 4°C - 6°C		14 días
Textura	Refrigerar de 1°C - 5 °C	Plástico (polietileno o equivalente - Bolsa ziploc)	28 días
Metales	Refrigerar de 1°C - 5 °C	Plástico (polietileno o equivalente - Bolsa ziploc) o vidrio	1 mes

Fuente: American Standard Methods Ed. 23, 2017.

4.3.3 Etapa de laboratorio

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

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

Parámetro	Método analítico	Límite de Cuantificación	Incertidumbre como factor
Aluminio intercambiable	NTC 5263	0,354	NE
Boro	NTC 5404	0,10	NE
Calcio total	EPA 3050 B y SM 3111 B	20,0	NE
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	NTC 5268:2014	NA	NE
Carbono orgánico total (COT)	NTC 5403 Walkley & Black	0,0600	NE
Conductividad	NTC ISO 5596:2008	No determinado	3,2
Cobre total	EPA 3050 B, SM 3111 B	20,0	NE



Parámetro	Método analítico	Límite de Cuantificación	Incertidumbre como factor
Fósforo total	IGAC	1,5	NE
Hierro total	EPA 3050 B, SM 3111 B	40,0	NE
Magnesio total		4,0	NE
Manganeso total		20,0	NE
pH	EPA 9045 D, Revisión 4 noviembre 2004	No determinado	0,0912
Potasio total	EPA 3050 B, SM 3111 B	25,0	NE
Sodio total		10,0	NE
Textura	IGAC 6a EDICIÓN, 2006	NA	NE
Zinc total	EPA 3050 B, SM 3111 B	10,0	NE

NE: No específica. ND: No determinado. NA: No aplica.

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

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Tabla 10** se presentan los valores obtenidos para cada uno de los metales y de las variables fisicoquímicas analizadas.

5.1 Resultados de laboratorio

Tabla 10. Resultados de laboratorio

Parámetros	Unidades	P1	P2	P3	P4	P5	P6
		123818	123819	123820	123821	123822	123823
		19/12/2020					
Calcio Total	mg/kg ss	27984	47466	15750	1825	1549	1897
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	cmol(+)/kg	33,0	5,34	27,3	36,5	36,2	21,7
Carbono Orgánico Total (COT)	%	0,603	0,169	0,364	0,460	0,359	0,396
Conductividad en suelos	µS/cm	489	420	168	278	1017	490
Fósforo Total	mg/kg ss	301	319	269	281	495	348
pH en suelos	UpH	8,42	8,42	3,11	6,84	6,86	8,32
Textura	%	Arcilla: 29,35	Arcilla: 8,09	Arcilla: 15,61	Arcilla: 28,15	Arcilla: 48	Arcilla: 30,09
Textura	%	Arena: 53,4	Arena: 78,78	Arena: 71,23	Arena:54,15	Arena: 34,23	Arena: 52,21
Textura	%	Limo: 17,25	Limo: 13,13	Limo: 13,16	Limo: 17,70	Limo: 17,77	Limo: 17,70
Textura	Clase Textural	Franco arcillo arenoso	Arenoso franco	Franco arenoso	Franco arcillo arenoso	Arcilla	Franco arcillo arenoso
Aluminio Intercambiable	cmol(+)/kg	<0,354	<0,354	<0,354	<0,354	<0,354	<0,354
Boro	mg/kg ss	0,406	0,342	0,442	0,370	0,630	0,556
Cobre total	mg/kg ss	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Hierro total	mg/kg ss	9043	7204	11321	10423	13947	13677
Magnesio total	mg/kg ss	3176	9788	5329	2050	2784	2759
Manganeso total	mg/kg ss	138	141	252	121	499	77,1
Potasio total	mg/kg ss	814	946	1185	932	997	946
Sodio total	mg/kg ss	1376	1431	821	841	2228	2383
Zinc Total	mg/kg ss	42,6	46,5	56,7	53,0	68,8	62,3

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

El pH es una unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad, la cual se encuentra 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).

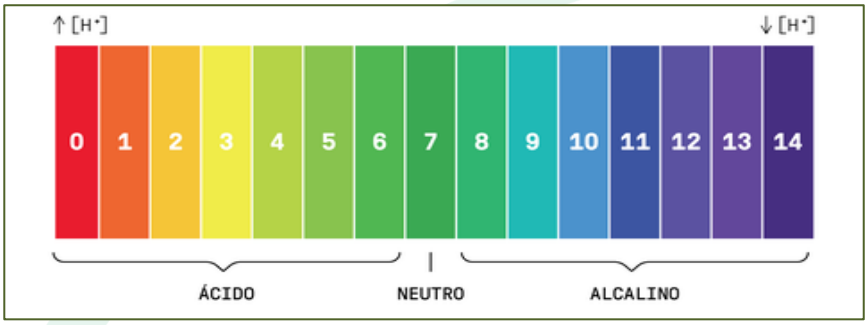
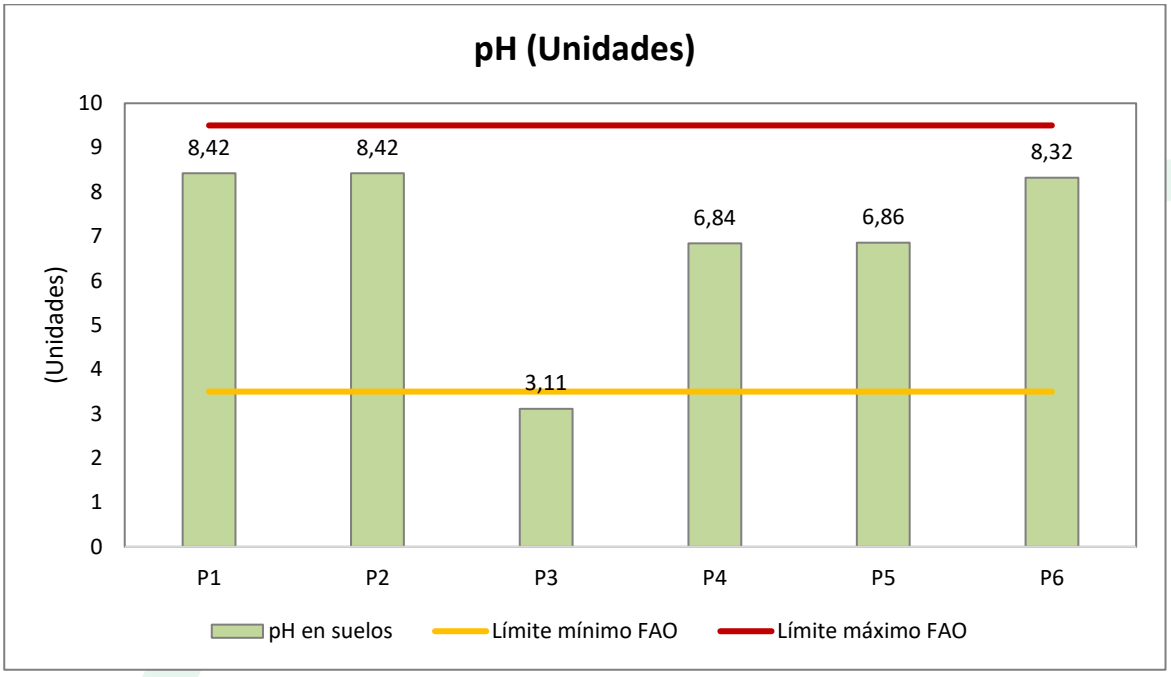


Figura 4. Escala de pH.
Fuente: Prichard, 2003.

Según los valores obtenidos de pH en los puntos de monitoreo, a diferente profundidad, se evidencia en los puntos P1, P2 y P6 valores de pH con tendencia a la alcalinidad, mientras que para los puntos P3, P4 y P5 presentan valores con tendencia a la acidez; esto sugiere la presencia de aluminio intercambiable. La presencia de iones de aluminio afecta la solubilidad y disponibilidad de fosfato, sulfato y molibdato. De igual forma, con pH ácido en el suelo se restringe la nitrificación y la descomposición de la materia orgánica. Según literatura, el valor de pH reportado en el punto P3 se encuentra fuera de lo normal, ya que, en los suelos los valores de pH generalmente están entre 4 – 10 unidades (Siavosh, Marín, & Alvarez, 2016) y según la FAO el pH en el suelo oscila entre 3,5 y 9,5 unidades (FAO,2021).



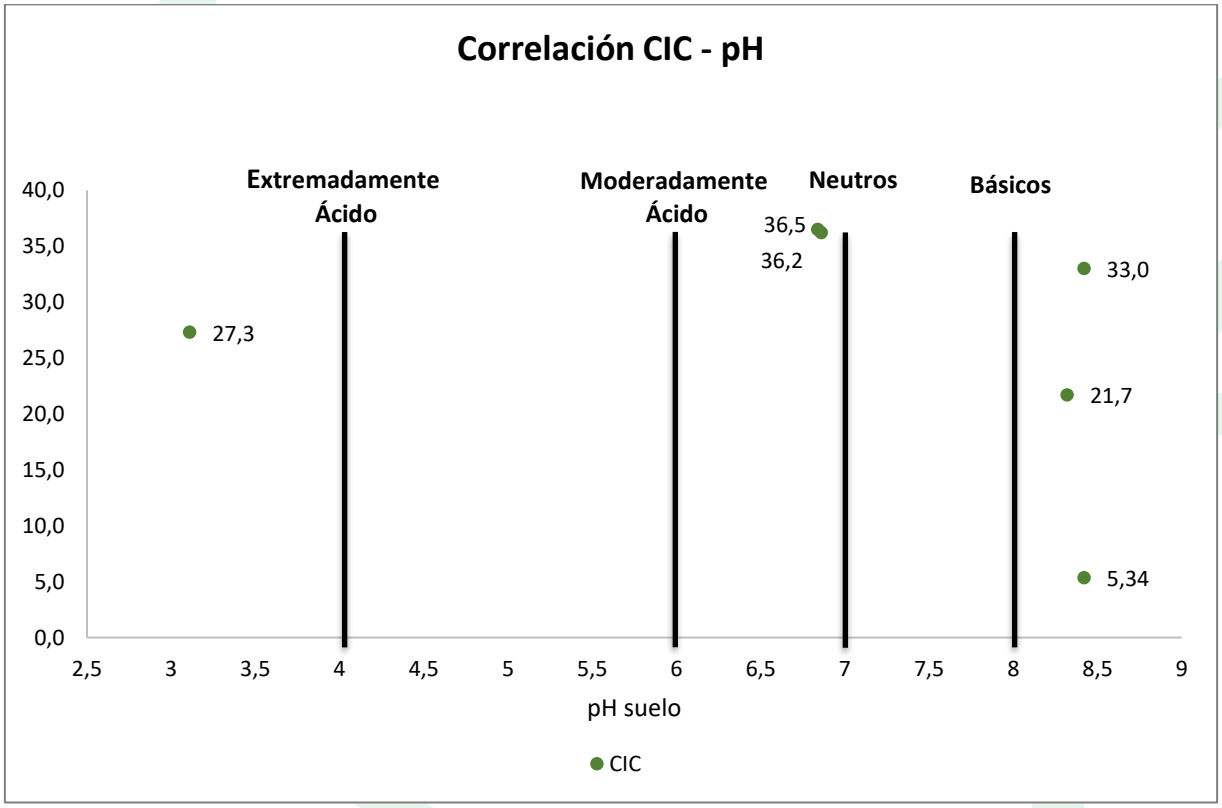
Gráfica 1. Cumplimiento del pH
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH_4, entre otros). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. En otras palabras, el nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica (FAO, 2020).

A partir de lo anterior, y al comparar los resultados de pH vs Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en la **Gráfica 2** se puede observar que, en la dispersión de los datos, la muestra del punto P3 se ubica en un rango extremadamente ácido, las muestras de los puntos P4 y P5, entre moderadamente ácido y neutro, y las muestras de los puntos P1, P2 y P6, están en un rango básico. Esto puede ser explicado debido a que uno de los principales factores de mayor importancia que contribuyen a la acidez del suelo es la presencia de precipitaciones, debido a que el agua arrastra consigo nutrientes del suelo, en especial nutrientes catiónicos como el calcio, magnesio y potasio.

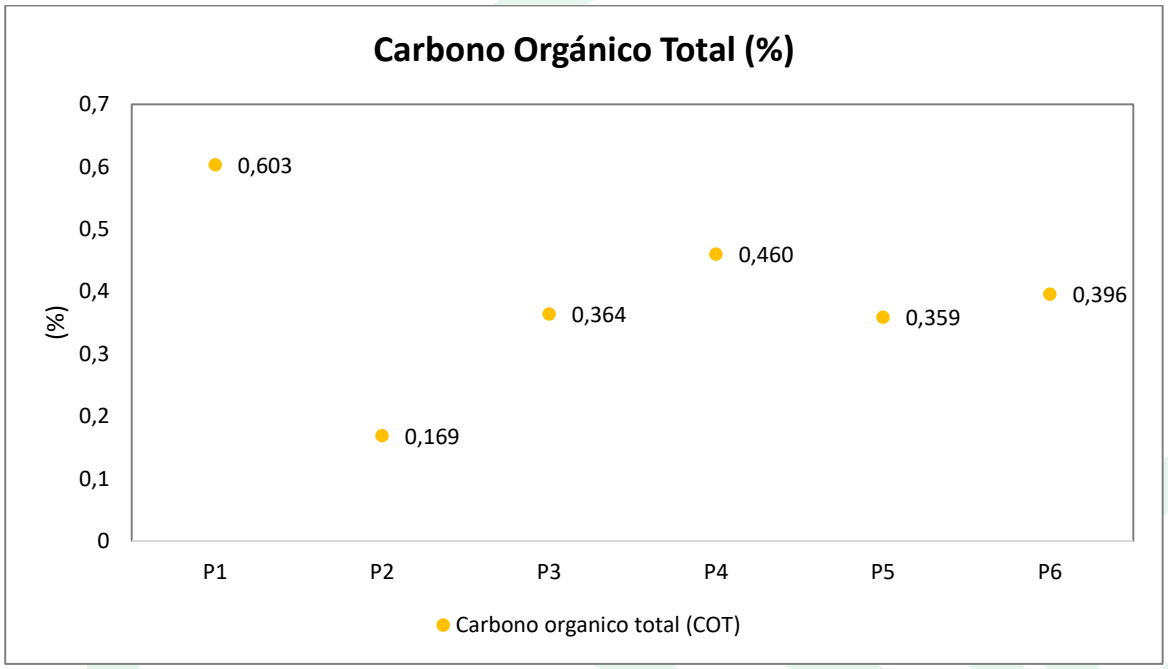
Estos espacios generados por los nutrientes son ocupados por hidrógeno (que también tiene carga positiva, H^+), muchos de los cuales provienen directamente del agua o de reacciones químicas, que se dan en el interior del suelo. Este hidrógeno que queda gradualmente va volviendo el suelo acido. Cuando hay mucho hidrógeno, algunos de estos entran a la parte sólida de las arcillas, a su estructura, donde desplazan y reemplazan al aluminio, componente estructural de las arcillas. Al final, todo este aluminio reemplazado va al agua del suelo, donde es absorbido por las plantas, mientras que otra parte se pega a los espacios con carga negativa de los coloides (el aluminio tiene carga positiva, Al^{+3}), dejados por los nutrientes catiónicos lavados por el agua (Toledo, 2016).

Adicionalmente, es importante resaltar que, los valores de pH en la mayoría de las muestras de suelo se encuentran dentro del rango de pH normal, el cual se encuentran en el rango de pH entre 4 – 10 unidades (Siavosh, Marín, & Alvarez, 2016).



Gráfica 2. Correlación CIC y pH.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Ahora bien, el Carbono orgánico total (COT) es el componente principal de la Materia Orgánica, debido a que el carbono entra en el suelo en forma de material orgánico gracias a la fauna y flora de la zona, de tal forma que su distribución es espacial y temporalmente variable (FAO, 2020). Los resultados obtenidos indican que las muestras presentan un contenido de COT entre 0,169% y 0,603%.



Gráfica 3. Diagrama de Dispersión Carbono Orgánico Total
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

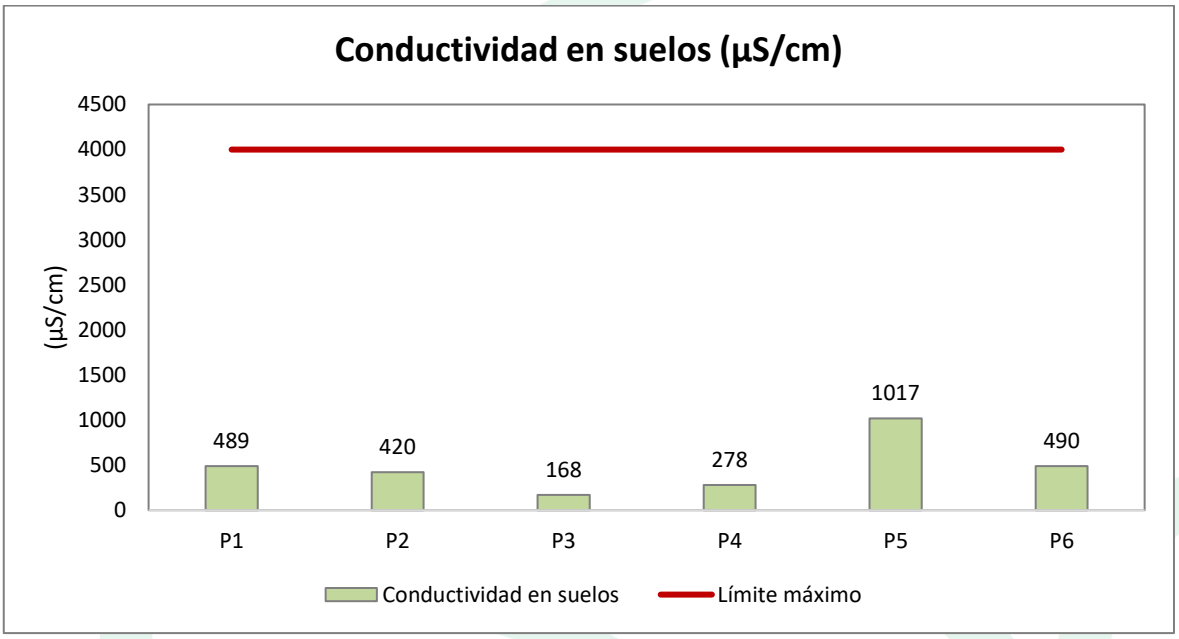
La conductividad eléctrica hace referencia al nivel de salinidad del suelo. A partir de los resultados obtenidos, se reportaron valores de conductividad eléctrica entre 168 µS/cm y 1017 µS/cm; a partir de la

Tabla 11, se evidencia que los puntos P1, P2, P3, P4 y P6 presentan una baja salinidad, y, por ende, una disminución en la movilización de metales y su retención; mientras que el punto P5 presenta salinidad media. Si se analiza la **Gráfica 4,** se observa que los valores no sobrepasan el límite de 4000 µS/cm, el cual es considerado como un límite de carácter salino (Dorronsoro, 2012).

Tabla 11. Salinidad en suelos a partir de Conductividad Eléctrica

Conductividad eléctrica (µS/cm)	Salinidad
<800	Baja
800 - 1600	Media
1600 - 3000	Alta
>3000	Muy Alta

Fuente: Gonzlez, López, & Minaya, 2004.



Gráfica 4. Cumplimiento de Conductividad Eléctrica
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021

Con referencia a metales, el Aluminio intercambiable y el Cobre Total, presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada por el laboratorio, por lo cual se infiere que el suelo monitoreado no presenta alteraciones ni generan un efecto adverso. Por su parte, los metales predominantes en las seis (6) muestras evaluadas fueron el Hierro total y Magnesio total.

Según la Unión Europea, se consideran concentraciones máximas admisibles en el suelo agrícola de 140 mg/kg para el cobre y de 300 mg/kg para el zinc, lo que permite evidenciar que las concentraciones reportadas no superan estos límites (Belmonte Serrato, et al., 2010).

Con relación a la textura, este parámetro indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa; teniendo en cuenta los resultados obtenidos**,** se evidencia que los puntos P1, P4 y P6 corresponden a suelos franco arcillo arenoso, los puntos P2 y P3 son franco arenoso, y en el punto P5 el suelo es arcilla; de forma general se pueden inferir que los suelos evaluados se destacan por tener capacidad de retención de agua.

6. CONCLUSIONES

Tras la toma de muestras de suelo en la zona destinada para el huerto urbano, localizados en un lote en Villas de San Pablo, en la ciudad de Barranquilla y el análisis de algunos metales y de los factores fisicoquímicos, se puede concluir lo siguiente:

El pH es uno de los parámetros más importante en la dinámica de los nutrientes, debido a que afecta su disponibilidad para las plantas. Los valores de pH resultantes en el presente monitoreo son de carácter ácido en los puntos P3, P4 y P5, lo que indica una baja disponibilidad de los nutrientes como el Calcio y Magnesio en el suelo y de carácter básico en los puntos P1, P2 y P6; de forma que, esto influye directamente en la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), debido a que las muestras de suelo presentan un bajo porcentaje, explicado el pH ácido del medio. Este comportamiento también se encuentra influenciado por el porcentaje de carbono orgánico total, debido a que su disponibilidad depende directamente de su distribución espacial (flora y fauna en la zona) y factores climatológicos (temporalmente variables); no obstante, los valores de pH en cinco de los seis (6) puntos evaluados se encuentran dentro de lo normal, teniendo en cuenta que los suelos generalmente presentan valores entre 4 – 10 unidades (Siavosh, Marín, & Alvarez, 2016).

En términos generales, los puntos de monitoreo presentan concentraciones bajas de metales como Aluminio intercambiable y Cobre total, debido a que los resultados se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método analítico empleado por el laboratorio. Adicionalmente, se encontró que los metales predominantes en los puntos evaluados son el Hierro total y Magnesio total.

Con relación a la Conductividad Eléctrica, se puede afirmar que los seis (6) puntos, se clasifican entre suelos de baja y media salinidad, lo que indica que presentan una disminución en la movilización de metales y su retención.

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Colombia

8 de febrero de 2021

INFORME VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S). LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DEBE HACERSE CON AUTORIZACIÓN EXPRESA DE SERAMBIENTE S.A.S. CUALQUIER TIPO DE OBSERVACIÓN REQUERIDA POR EL CLIENTE Y RELACIONADA CON LOS RESULTADOS EMITIDOS, SOLO SERÁ ACEPTADA DENTRO DE LOS CUATRO (4) DÍAS HÁBILES SIGUIENTES AL ENVÍO DEL MISMO; SI NO SE RECIBE OBSERVACIÓN EN EL TIEMPO ESTABLECIDO, SE DARÁ POR ACEPTADO EL INFORME, SE PROCEDERÁ A SU IMPRESIÓN Y SERÁN ENVIADOS EN FÍSICO AL DOMICILIO ESTABLECIDO EN LA COTIZACIÓN. ADICIONALMENTE, UNA VEZ FINALIZADO EL MONITOREO, LAS MUESTRAS SE CONSERVARÁN 10 DÍAS CALENDARIO DESDE LA ENTREGA DEL INFORME. DESPUÉS DE ESTE PERIODO, SE DARÁ DISPOSICIÓN FINAL A LAS MUESTRAS.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. Ntc 3656, gestión ambiental suelo. Toma de muestras de suelo para determinar contaminación. 2004. Bogotá, Colombia.

- Departamento de orientación del territorio vivienda y medio ambiente gobierno vasco. Guía metodológica investigación de la contaminación del suelo – toma de muestras. 1998. Galicia, España.

- Celis, v., o. Rangel-cH. & v. minoRtacely 2014. Suelos de la Orinoquia colombiana. Aspectos físicos y químicos: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XIV: 207-236. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D.C.

- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO/IEC 17025:2005, Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración.

- American Public Healt Association (APHA). 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th edition. Amer. Pub. Heal. Asoc., Washington. EEUU.

- Belmonte Serrato, F., Romero Díaz, A., Alonso Sarría, F., Moreno Brotóns, J., & Rojo López, S. (2010). Afectación de suelos agrícolas por metales pesados en áreas limítrofes a explotaciones mineras del sureste de España. Papeles de Geografía, 45-54. Obtenido de https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/14659/1/05-Belmonte%2045-54.pdf

- Intagri - Cursos Agrícolas - Artículos de agronomía. (2019). Retrieved 9 October 2019, from https://www.intagri.com/.

- Dalton, D.A & S. Kramer. 2006. Plant-Associated Bacteria, p. 105-130. In S. S. Gnanamanickam (ed.). Nitrogenfixing bacteria in non-legumes. Springer, Dordrecht, Holanda.

- Atlas RM, Bartha R. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. 4° ed. Addison Wesley, Madrid, 2002
- Administracion, F. d.-C. (s.f.). SlideShare. Obtenido de Informe de anáisis de suelos: http://es.slideshare.net/YecidSQuira/informe-final-de-analisis-de-suelos
- Dorronsoro. (2012). Contaminación por sales solubles. Obtenido de Departamento de Edafología y Química Agrícola.: http://www.edafologia.net/conta/tema12/medida.htm
- Duggan, M. T. (s.f.). Fertilizando.com. Recuperado el 05 de 12 de 2016, de Funcionamiento del K en el sistema suelo-planta: http://www.fertilizando.com/articulos/Funcionamiento%20del%20K%20en%20el%20sistema%20suelo-planta.asp
- FAO. (2020). Portal de Suelos de la FAO. Obtenido de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).
- FAO. (2021). Portal de Suelos de la FAO. Obtenido de Propiedades Químicas.
- Gonzlez, López, & Minaya. (2004). LA CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA DE LOS SUELOS COMO FUNCION DEL CONTENIDO Y LA TENSIÓN HIDRÁULICA. Obtenido de INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA. : file:///D:/Downloads/15318-Texto%20del%20art%C3%ADculo-15310-1-10-20140611%20(1).pdf
- Jaramillo. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia.
- Pellergrini. (2000). MACRONUTRIENTE DEL SUELO. Obtenido de Nitrógeno: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35406/mod_resource/content/1/TEMA%2012%20-%20NITROGENO.pdf

- Roncallo, Murillo, Bonilla, & Barros. (2012). Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 167-178.

- Siavosh, Marín, & Alvarez. (2016). La acidez del suelo. Obtenido de Programa de Investigación científica: https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0466.pdf.

- Toledo, M. (2016). Manejo de Suelos Ácidos. Obtenido de Secretaría de Agricultura y Ganadería: https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf;jsessionid=FD5EE05DE0672D2696BE65F8E270D688?sequence=1

8. ANEXOS

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

Tabla 12. Anexos del Informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivos	Paginas
Anexo 1. Reporte de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	Reporte SERAMBIENTE S.A.S.	2
	CHEMILAB S.A.S.	Reporte CHEMILAB S.A.S.	12
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S.	Planillas de campo	6
		Plan de monitoreo	4
		Cadenas de custodia	2
Anexo 3. Resolución de acreditación del IDEAM	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1013 de 2019	7
	CHEMILAB S.A.S.	Resolución 0288 de 2019	8

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

(FIN DEL INFORME)

