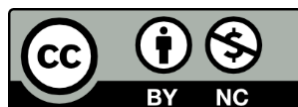


DIAGNÓSTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN SUELOS USADOS PARA
LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL LOTE CAMELLÓN DE
LAS CAMELIAS EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN, META



YESSIKA NATALIA VEGA GALINDO



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2019

DIAGNÓSTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN SUELOS USADOS PARA
LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL LOTE CAMELLÓN DE
LAS CAMELIAS EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN, META

YESSIKA NATALIA VEGA GALINDO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniería ambiental

Directora

ALFONSINA BOCANEGRA GOMEZ

Geóloga

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2019

Autoridades Académicas

P. José Gabriel MESA ANGULO, O. P.

Rector General

P. Eduardo GONZÁLEZ GIL, O. P.

Vicerrector Académico General

P. José Arturo RESTREPO RESTREPO O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Adm. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁL

Decana de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Nota De Aceptación

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁL

Decano de Facultad de Ingeniería Ambiental

JOHANA ARIZA MARIN

Director Trabajo de Grado

LEIDY JOHANNA ARBOLEDA MONTES

Jurado

JORGE ALESSANDRI ROMERO NOVOA

Jurado

Villavicencio, 10 de Julio del 2019

Agradecimientos

Le agradezco inmensamente a Dios por mantenerme con fe y esperanza para realizar este trabajo y poder ejecutarlo; en el camino se presentaron inconvenientes pero mi Dios siempre a cada prueba pone su solución por medio de grandes personas que me instruyeron en cada paso.

Mis papás y mi hermanito son los amores de mi vida que me llenan de alegría, amor, aventuras y fortaleza, en cada meta que me propongo y sé que cada meta debo cumplirla por ellos. Les agradezco por tantas cosas, aunque no tendría con que pagar tanto sacrificio y tanto acompañamiento en este proceso tan importante para mi vida y para ratificar tanta dedicación y amor familiar.

Le agradezco a la Docente; Alfonsina Bocanegra Gómez directora del proyecto, por su dedicación, entrega y desveladas con este proyecto, persona de admirar por su nobleza y gran conocimiento.

A grandes personas que Dios puso en mi camino que me aportaron bastante para el desarrollo de mi proyecto, como el señor Darío Beltrán, le agradezco por su amabilidad y dedicación sobre este proyecto y al personal del laboratorio de la Universidad de los Llanos y al Docente Julio Cesar. Le agradezco a los Docentes Yeisson López y Fabián Moreno por su asesoría y dedicación.

A mis primas, Daihana Alturo y Carolina Alturo por el apoyo, por sus oraciones, por animarme para culminar esta gran meta para mi vida.

Les agradezco a todas las personas que me acompañaron en este proceso que muchas me faltaron por mencionar, pero cada uno de ellos sabe que aportaron un granito de arena para el desarrollo de este proyecto.

Tabla de contenido

	Págs.
Resumen.....	10
Abstract.....	12
Introducción	13
1. Planteamiento del problema.	15
1.1. Formulación entorno al problema.....	15
1.2. Descripción del problema.....	15
2. Objetivos.....	17
2.1. Objetivo general	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. Justificación.....	18
4. Alcance	19
5. Antecedentes.....	21
6. Marco de referencia.....	24
6.1. Marco Teórico	24
6.2. Marco Conceptual.....	25
6.3. Marco Legal.....	26
7. Metodología.....	28
7.1. Etapa I. Identificación de causas y prácticas inadecuadas de los residuos sólidos.	28
7.2. Etapa II: Muestreo y Pruebas de laboratorio	31
7.3. Etapa III Formulación de estrategias de recuperación y uso del suelo objeto de estudio	35
8. Análisis de resultados	36
8.1. Etapa 1. Identificación de causas y prácticas inadecuadas de los residuos sólidos mediante encuesta descriptiva	36
8.2. Etapa II: Muestreo y Pruebas de laboratorio	43
8.3. Etapa III Formulación de estrategias de recuperación y uso del suelo objeto de estudio	61
Conclusiones.....	66
Referencias bibliográficas.....	67
Anexos	72

Lista de figuras

	Págs..
Figura 1. Ubicación del Municipio de San Martín-Meta	19
Figura 2. Mapa de localización de la zona de estudio y delimitación de áreas encuestadas en San Martín, Meta	29
Figura 3. Gremios de moto cargueros arrojando residuos en el botadero	31
Figura 4. Identificación de puntos de muestreo en suelo contaminado (SC) y suelo no contaminado (SNC) en la zona de estudio de San Martín, Meta.....	32
Figura 5. Pruebas fisicoquímicas	33
Figura 6. Delimitación de las pruebas con el anillo de infiltración	34

Lista de graficas

	Pags.
Gráfica 1. Disposición de los residuos cuando no alcanza a sacarlos al servicio recolector	37
Gráfica 2. Porcentaje de recolección de todos los residuos	38
Gráfica 3. Residuos de construcción,.....	40
Gráfica 4. Residuos de poda y césped	40
Gráfica 5, Programas para reciclar,.....	41
Gráfica 6. Conocimiento de reciclar	41
Gráfica 7, Conocimiento de reciclar	42
Gráfica 8.Programas para recicla.....	42
Gráfica 9, Densidad aparente del SC	43
Gráfica 10, Densidad aparente SNC	43
Gráfica 11, Porcentaje de porosidad SC	44
Gráfica 12. Porcentaje de porosidad SNC	44
Gráfica 13, Porcentaje de textura SC.....	45
Gráfica 14. Porcentaje de textura SNC	45
Gráfica 15. Comparativo de velocidad de infiltración de SC Y SNC	50
Gráfica 16, Tasa de infiltración A.....	50
Gráfica 17. Tasa de infiltración B.....	50
Gráfica 18, Tasa de infiltración C.....	51
Gráfica 19. Tasa de infiltración D.....	51
Gráfica 20.Tasa de infiltración E.....	51
Gráfica 21, Tasa de infiltración F	51
Gráfica 22. Tasa de infiltración G.....	51
Gráfica 23. Tasa de infiltración H.....	52

Lista de Tablas

	Págs..
Tabla 1. Origen y tipos de residuos solidos	25
Tabla 2. Parámetros físicos	33
Tabla 3. Parámetros químicos por el método de LaMotte.	34
Tabla 4. Codificación a los aspectos sociales	36
Tabla 5. Pregunta 3 ¿Usted sabe a dónde van los residuos sólidos del Municipio?	39
Tabla 6. Muestras de color SC y SNC	46
Tabla 7. Análisis de varianza de la densidad Aparente.	48
Tabla 8. Análisis de varianza de la porosidad.....	48
Tabla 9. Valores de velocidad promedio.	52
Tabla 10, Parámetros de suelo contaminado y suelo no contaminado.	53
Tabla 11. Valores normales	53
Tabla 12. Calificación de porosidad	53
Tabla 13, Parámetros	54
Tabla 14. Parámetro de Aluminio.....	55
Tabla 15. Elementos básicos.....	56
Tabla 16.Elementos menores	57
Tabla 17, Capacidad de intercambio catiónico.....	58
Tabla 18. Relación propiedades físicas, Vega, Y. (2019).....	59
Tabla 19. Relación propiedades químicas, Vega, Y. (2019).	60
Tabla 20. Matriz DOFA.....	62

Lista de Anexos

	Págs..
Anexo 1 Encuesta identificación a los barrios aledaños.....	72
Anexo 2 . Aspectos sociales de la encuesta	75
Anexo 3. Encuesta gremios de moto cargueros y transporte tracción animal	76
Anexo 4. Rutas de recolección del municipio de San Martin-Meta	78
Anexo 5. Tabla Clasificación de los residuos solidos.....	80
Anexo 6. Cálculos de los parámetros físicos del suelo contaminado (SN) y suelo no contaminado (SNC)	81
Anexo 7. Tabla de rangos de los parámetros físicos.....	82
Anexo 8. Tabla de resultados de análisis químico por medio del kit de suelos Lamotte	84
Anexo 9. Tabla análisis químico por medio del kit de suelos Lamotte	84
Anexo 10. Resultados del suelo no contaminado en el laboratorio Unillanos.....	86
Anexo 11. . Resultados del suelo contaminado en el laboratorio Unillanos.....	87
Anexo 12. Tabla de cálculos de infiltración del suelo contaminado 1	87
Anexo 13.Tabla Suelo contaminado 2	88
Anexo 14.Tabla Suelo contaminado 3	89
Anexo 15.Tabla Suelo contaminado 4	90
Anexo 16.Tabla Suelo contaminado 5	91
Anexo 17.Tabla Suelo no contaminado 1	92
Anexo 18.Tabla Suelo no contaminado 2	93
Anexo 19.Tabla Suelo no contaminado 3	94
Anexo 20. Permiso otorgado por Cormacarena.....	95
Anexo 21. Registro Fotográfico.....	96

Resumen

El hombre en el desarrollo de las diferentes actividades influye en los ecosistemas, el suelo no es ajeno a esta influencia, pero en algunos casos se generan impactos negativos, como es evidente en el botadero a cielo abierto en el Municipio de San Martín-Meta. Donde se está generando una disposición inapropiada de residuos sólidos. En el presente trabajo se analizará las condiciones que se encuentra este suelo respecto a un suelo sin afectaciones, la metodología parte de las propiedades físicas como la densidad aparente, por el método del cilindro, la densidad real por el método del picnómetro, el color por la tabla de Munsell, la textura por el método de Bouyoucos y la porosidad relacionada de la densidad aparente y real; estas propiedades a raíz de sus condiciones se puede relacionar uno con el otro, para el suelo afectado como el suelo sin afectaciones y por otra parte las propiedades químicas como el Aluminio, Fósforo, Potasio, Hierro, Magnesio, Manganeso y pH, realizadas por el kit de suelos LaMotte de forma cualitativa en la Universidad Santo Tomás de Villavicencio y corroboradas por el Laboratorio certificado de la Universidad de los Llanos de manera cuantitativa.

De acuerdo al resultado del laboratorio del análisis granulométrico, ambos suelos presentan la misma textura que corresponde según los porcentajes de sus componentes a un suelo franco arenoso, se determinó disminución en la porosidad, velocidad de infiltración y densidad aparente del suelo del botadero frente al suelo testigo, indicando la afectación que se genera por la compactación que sufrió el suelo por la disposición de residuos densos como es el caso de los materiales de construcción. En relación a las propiedades químicas, el suelo afectado presentó un incremento notable en los siguientes elementos: Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Hierro y Azufre; y una leve disminución en el pH que pasó de 5,5 a 5,2, cambios que se atribuyen al uso que se le está dando al suelo de estudio.

Palabras claves: Residuos sólidos, Suelo, Propiedades fisicoquímicas, disposición.

Abstract

The man in the development of different activities influences the ecosystems, the soil is not in itself this influence, but in some cases you can see the negative effects, as is evident in the open-air dump in the Municipality of San Martín -Goal. Where an inappropriate disposal of solid waste is being generated. In the present work we will analyze the conditions found in this soil, in the same sense, in the soil, however, in the form of the properties, such as the bulk density, the cylinder method, the actual density, the method of the pycnometer, the color by the Munsell table, the texture of the Bouyoucos method and the porosity related to the apparent and real density; these properties, as a result of their conditions, can be related to the other, the soil as the soil without the affection and the other, the Aluminum, Phosphorus, Potassium, Iron, Magnesium, Manganese and pH, made by the floor kit The store of the qualitative form at the Santo Tomás de Villavencio University and those corroborated by the certified Laboratory of the Llanos University in a quantitative manner.

According to the result of the granulometric laboratory, in the same aspect as in the same aspect, in the same sense, in the percentages of its components in a sandy loam soil, the porosity, infiltration velocity and density are determined apparent soil in the dump in front of the ground As is the case with construction materials. In the relations with the chemical properties, the soil, the foot, the calcium, the magnesium, the iron and the sulfur; and a decrease in pH that went from 5.5 to 5.2, changes that are attributed to the use that is being given to the study soil.

Key words: Solid waste, soil, physicochemical properties, provision

Introducción

La presente investigación se refiere al tema de la disposición final de los residuos sólidos el cuál se debe realizar en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Para analizar esta problemática es necesario de mencionar sus causas. Una de ellas son los problemas de la disposición de los residuos, a medida que se aumentaba la población, se modificaba la disposición de los residuos, siendo esto cada vez más difícil de eliminar, tanto por la cantidad que se generaba, como por la composición de los mismos (Colomer & Gallardo, 2013).

La característica principal de la disposición de los residuos sólidos en el Municipio de San Martín-Meta se está realizando inapropiadamente en el lote camellón de Las Camelias y están generando un botadero a cielo abierto, a raíz de esto se presentan cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo en este lugar.

Un botadero a cielo abierto es un lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control, los residuos no se compactan ni se cubren diariamente y eso produce olores desagradables. Los botaderos generan contaminación al medio ambiente, debido a que no se tiene un control del tipo y la cantidad de residuos que están arrojando, no se tiene un tratamiento de los líquidos que se generan por la humedad de los residuos y por las lluvias, como también pueden ocasionar riesgos a la salud humana y contaminación de aguas superficiales y subterráneas, contaminación al suelo y al aire, además generar malos olores y es foco de proliferación de insectos y roedores que transmiten enfermedades (Ambiente C. P., 2004).

Los factores de formación de un suelo son aquellos componentes del medio (abióticos y bióticos) que influyen en el desarrollo de un suelo al condicionar los procesos naturales (físicos, químicos y biológicos) que pueden actuar, determinar su intensidad y mantenerlos a lo largo del tiempo (Jaime Porta, 2014). La contaminación del suelo consiste en la introducción de elementos extraños al sistema suelo o la existencia de un nivel inusual de uno propio que, por sí mismo o por su efecto sobre los restantes componentes, genera un efecto nocivo para los organismos del suelo, sus consumidores, o es susceptible de transmitirse a otros sistemas (suelo L. C.). La contaminación del suelo trae alteración nociva de las características originales del suelo debido al depósito de residuos sólidos, al uso excesivo de abonos sintéticos y al uso indiscriminado de plaguicidas.

Por tanto, el presente estudio pretende identificar los aspectos o generadores de la inadecuada disposición de los residuos sólidos en el lote camellón de las Camelias en el Municipio de San Martín-Meta y analizar las condiciones que se encuentra este suelo por dichos residuos y comparar con un suelo colindante sin afectaciones, de tal manera con los resultados obtenidos plantear estrategias o recomendar alternativas para mejorar la calidad del suelo de este lugar.

1. Planteamiento del problema.

1.1. Formulación entorno al problema.

¿Cuál es el estado del suelo usado por la disposición de residuos sólidos frente al suelo sin afectación en el lote camellón de las camelias en el Municipio de San Martín, Meta?

1.2. Descripción del problema.

El crecimiento acelerado de la población en los últimos años, como el proceso de la industrialización ha aumentado la generación de residuos. A nivel mundial el comportamiento de la disposición de los residuos sólidos se ha convertido en uno de los mayores problemas ambientales, generando afectaciones en la salud y en la economía de todo el mundo (Mendoza, 2016). Cada año se genera entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos urbanos en todo el planeta. La producción de residuos es inversamente proporcional al desarrollo del país. En Colombia se genera 12 millones de toneladas y se recicla el 17%. En el caso de Bogotá, se generan unas 7.500 toneladas al día y se reciclan entre el 14% y 15%, incluso por debajo del promedio nacional (Diario El Portafolio, 2018).

El departamento del Meta cuenta con 4 rellenos sanitarios, de lo anterior surge la necesidad de crear e implementar estrategias y métodos que les permitan a las personas tener un adecuado manejo de los residuos sólidos. Como problema se contempla la inapropiada disposición de los residuos sólidos. A raíz de esta problemática se evidencia el cambio de las propiedades del suelo en el lote camellón de las camelias.

Los lugares de disposición final de residuos sólidos que no fueron planeados técnicamente, se les conoce comúnmente como botaderos a cielo abierto, es un terreno que dan disposición final para deshacerse de los residuos sólidos de las prácticas o actividades que el ser humano produce. Se denomina botadero a cielo abierto donde se arrojan residuos sólidos sin realizar una separación ni tratamiento alguno (Galicia, 2011). En estos lugares no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente, de los factores abióticos como el aire, el agua, y el

suelo, son deteriorados por la formación de gases y lixiviados, quemas y olores nauseabundos. (Galicia, 2011).

Los rellenos sanitarios contemplan una instalación y operación para la disposición final de los residuos sólidos. Con el desarrollo de los rellenos sanitarios, se ocasiono una deformación en la aplicación del término, lo cual se genera una idea errónea de esta técnica y la población tiende a tener un rechazo, cuando se pretende instalar un sistema de esta naturaleza y esto trata de resolver los problemas de los tiraderos a cielo abierto.

En el lote camellón de Las Camelias del municipio de San Martín, se han empezado a observar los problemas ocasionados por la inapropiada disposición de los residuos sólidos en el suelo, evidenciándose la pérdida de cobertura vegetal del suelo. Esta zona ha sido escogida arbitrariamente por los habitantes de la zona, como lugar de disposición indiscriminada de residuos sólidos de todo tipo; estos residuos son de origen domésticos (Bolsas de paquete, botellas de vidrio, cartón) hasta industriales (escombros, llantas). Esto ocasiona una afectación en el entorno desde un punto de vista estético (paisaje), causa contaminación visual, pero muchos más importantes malos olores e incluso formación de vectores de enfermedades.

La problemática ambiental se manifiesta en la calidad del ambiente y de vida de las personas que allí viven; teniendo en cuenta que la empresa de servicios públicos hace la recolección por todo el municipio, es por esto que es de gran importancia conocer las causas de la inadecuada disposición de residuos sólidos en este lugar, conocer porque las personas están arrojando los residuos en este lugar e iniciando un botadero a cielo abierto que contrae contaminación al medio ambiente, afectado el recurso suelo y cambios en la propiedades fisicoquímicas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar el estado del suelo usado por la disposición de residuos sólidos urbanos en el lote camellón de las Camelias, en el Municipio de San Martín, Meta, por medio de pruebas fisicoquímicas.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar los aspectos que genera el mal uso del suelo y acumulación de residuos sólidos en el lote camellón de las Camelias, ubicado en el Municipio de San Martín, Meta.
- ✓ Realizar el análisis de las características fisicoquímicas que presenta el suelo objeto de estudio, por la disposición de residuos sólidos frente a un suelo, sin afectación.
- ✓ Formular estrategias de recuperación y uso del suelo objeto de estudio, de tal manera sirvan como alternativas para la mejora de sus condiciones y calidad.

3. Justificación

El presente estudio tiene como finalidad evaluar el estado del suelo usado por la disposición de los residuos en lote camellón de Las Camelias y que cambios se han generado en las propiedades fisicoquímicas en el suelo. A raíz de estos resultados se plantearán estrategias de recuperación del suelo objeto de estudio y poder mejorar sus condiciones y calidad.

El lote camellón de las camelias es un predio del Municipio de San Martín-Meta otorgado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Macarena “CORMACARENA” para la disposición de residuos de poda y césped. Se pretende identificar las causas de la inapropiada disposición de los residuos sólidos en esta zona, las consecuencias y cambios en las propiedades del suelo. Para realizar este estudio se investigará el programa de disposición final de los residuos sólidos que la empresa de servicios públicos domiciliarios CAFUCHES S.A brinda para la comunidad y los usos oportunos que se les da cuando realizan las rutas de recolección y el manejo de dicha disposición.

El inadecuado manejo de los residuos sólidos genera una problemática ambiental en el lote camellón de las Camelias en el Municipio de San Martín-Meta, donde genera un desequilibrio en la parte ambiental, debido a que no se tiene un seguimiento previo, ni aprovechamiento de los residuos, también falta de organización y planeación para ejecutar actividades de reciclaje y reutilización de residuos; otro punto de gran importancia es la carencia de educación ambiental que se ve reflejada en la cultura ambiental del Municipio. Para llevar un debido manejo de los residuos se deben tomar acciones que se puedan emprender para disminuir la generación de estos, entre esas acciones es importante adquirir el hábito de realizar separación en la fuente y aprovechar al máximo los residuos que se pueden reciclar y reutilizar.

El recurso suelo es el que se ve más afectado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos, el hombre ha dispuesto en el suelo los residuos sólidos que ha generado de sus actividades, esto se debe a la evolución industrial y surgimiento de nuevos residuos lo cual genera una contaminación de los suelos y *“esto ocurre a través de diferentes elementos, como los lixiviados que se filtran a través del suelo afectando su productividad y acabando con la microfauna que habita en ellos (lombrices, bacterias, hongos y musgos)”*. Estos factores influyen a la pérdida productiva del suelo, incrementando así el proceso de desertificación del suelo y la aparición de plagas y animales como ratas, zancudos, cucarachas, moscas y causan enfermedades. (Curso Virtual Ecolegios, s.f.).

4. Alcance

En la presente investigación se pretende evaluar el estado del suelo usado por la disposición de residuos sólidos urbanos en el lote camellón de Las Camelias del Municipio de San Martín-Meta por medio de mediciones de pruebas fisicoquímicas comparándolas con un suelo sin afectación, con el objetivo de analizar estos dos tipos de suelo, con usos distintos y conocer las causas de la inapropiada disposición por medio de una encuesta a los dos barrios aledaños a este lugar. Con los resultados obtenidos buscar alternativas a la problemática y permita reorientar y promover las iniciativas locales, calificadas como acertadas se plantearan estrategias de recuperación del suelo objeto de estudio y poder mejorar sus condiciones y calidad.

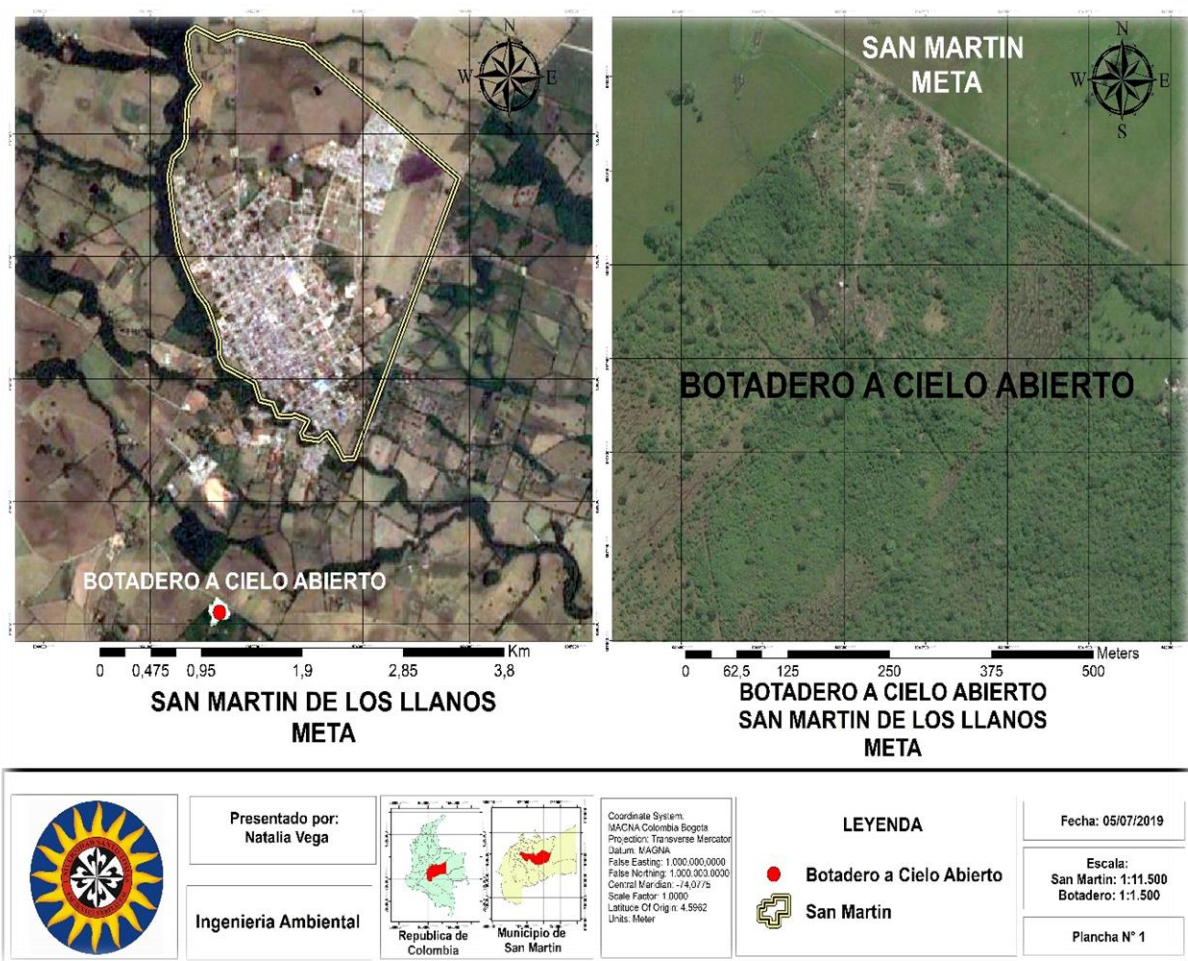


Figura 1. Ubicación del Municipio de San Martín-Meta (Alcaldía de San Martín de los Llanos).

La investigación se realizó desde el mes de julio del 2018 hasta finales de mayo 2019, periodo en el cual se analizó con detalle la problemática ambiental ocasionado en el lote camellón de las Camelias en el Municipio de San Martín-Meta. (Higuera, 2010). El municipio no presenta una eficiente gestión de los residuos, de tal manera se está generando un botadero a cielo abierto, y no se asume un tratamiento adecuado de dichos residuos. El proyecto tiene como objetivo realizar los análisis del suelo contaminado y no contaminado, se pretende obtener un comparativo de las propiedades fisicoquímicas y realizar un análisis mediante estadística descriptiva, que sirvan como alternativa para mejorar las condiciones y calidad del suelo, a su vez generar las estrategias para la disminución de los impactos ambientales en el suelo, dichas estrategias serán planeadas teniendo en cuenta la población y sus condiciones de vida. Las estrategias propuestas generan diversos beneficios hacia la población y el medio ambiente, situación que radica en la disminución de los impactos que deterioran gradualmente estado natural del suelo. (Marmolejo, y otros, 2009).

5. Antecedentes

En el mundo existen programas para reducir el impacto negativo ocasionado por la disposición de residuos sólidos en los rellenos sanitarios, como es el objetivo del modelo de basura cero en Nueva Zelanda, establecer y orientar a su sociedad y el apoyo del gobierno de trabajar hacia la meta de basura cero como una prioridad de la nación (Romero, s.f.).

En Colombia, en su capital Bogotá se realizó el programa “Basura Cero” entre sus metas esta garantizar el 100% de divulgación del programa de reciclaje en la ciudad y los logros obtenidos más de un millón de habitantes informados, el programa se ha adelantado por diferentes medios de comunicación, que han llegado a 123 Eucoles, 132 puntos de almacenes de cadena, 460 pendones, 36 emisoras de alta audiencia, 8 canales televisión, 22 medios impresos, más de 200 actividades alternativas y 100% de los colegios con información del programa y más de 200.000 estudiantes de colegios distritales y privados realizando actividades enfocadas a basura cero. (Romero, s.f.).

En el Departamento del Meta, *“la secretaria de medio ambiente y recurso minero energético de la Gobernación del Meta, realizo un encuentro de formación sobre manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de barranca de Upia, con el fin de implementar un área de producción de abono con 5 toneladas de materia orgánica para diferentes proyectos productivos”* (Gobernación del Meta, 2017). Estas acciones en caminadas por el gobierno departamental de la mano con comunidades y líderes ambientales buscan planificar la gestión integral de residuos sólidos y el reciclaje para el beneficio ambiental (Gobernación del Meta, 2017). Estos encuentros de formación ambiental tienen la iniciativa de educar ambientalmente a los habitantes de los municipios con el fin de que las personas exploten esos conocimientos y mejoren las actividades desde su casa como es el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos.

El Municipio de San Martín cuenta con un plan de manejo de residuos sólidos, entre este plan establece un programa de ambiente sano, con el objetivo de generar una cultura ambiental, sostenible y articulada con las instituciones de educación en todos los niveles, las comunidades organizadas y la administración, brindando espacios de conservación y disfrute del entorno desarrollando las comunidades sin causar daños al medio ambiente, garantizando adelantar acciones que den inicio a la recuperación de las zonas intervenidas y degradadas. Las metas programas de ambiente sano es elaborar un plan de manejo y protección de áreas tales como

humedales, parques y lagunas y otras áreas de interés para el municipio, y realizar capacitaciones dirigidas a todos los estudiantes de los colegios urbano y rural del municipio, en los temas de agua, aire, suelo, fauna, flora y legislación ambiental. También capacitaciones dirigidas a la comunidad el manejo adecuado de los residuos sólidos y uso sostenible de los recursos naturales. (Consejo de Municipal de San Martín de los Llanos, 2016). Estos programas permiten adquirir conocimientos en temas ambientales para los habitantes del Municipio, el cual les permitirá crear conciencia ambiental y mejorar comportamientos que pueden ser beneficiados para el medio ambiente, de esta manera se mirara reflejado en las acciones que las personas del Municipio de San Martín están desarrollando en su barrio o localidad, donde se denotara acontecimientos positivos o negativos del medio ambiente.

El suelo es un componente esencial del ambiente en el que se desarrolla la vida, es vulnerable, de difícil y larga recuperación; este recurso se utiliza para fines muy diversos: agricultura, ganadería, pastos y montes, extracción de minerales y de materiales para la construcción, soporte para las edificaciones, eliminación de residuos, entre otros. En este sentido puede decirse que el suelo provee importantes funciones ambientales y lo hace esencial en el desarrollo de los ecosistemas de los cuales forma parte. (Silva & Correa, 2009).

La contaminación del suelo generada por actividades económicas puede presentarse de dos formas: degradación edáfica, provenientes de fuentes claramente delimitadas (contaminación local y puntual) y la causada por fuentes difusas. El vertido de residuos constituye otra actividad potencialmente contaminante; en estos lugares, los lixiviados pueden afectar al suelo circundante y al sustrato ecológico para, posteriormente, pasar a las aguas subterráneas o de superficie. (Silva & Correa, 2009). Esto permitirá conocer si un suelo se encuentra afectado y que impactos puede contraer al medio ambiente y sobre ese ecosistema que recursos del ambiente se están afectando.

La salud del suelo tiene la capacidad para funcionar como un sistema vivo. Los suelos comprende organismos vegetales y animales cuyo tamaño vario; desde bacterias y otras formaciones microscópicas, hasta el de grandes animales excavadores y raíces de árboles corpulentos. La descomposición es una particularidad de los organismos del suelo por lo que ningún material escapa a este fin, ya sea que se trate de desechos vegetales o animales, de fertilizantes o enmiendas de pesticidas o incluso de objetos metálicos. Con frecuencia, son los insectos y lombrices de tierra los que inician el proceso masticando el material, digiriendo parte de él y descompensando el resto en fragmentos. (Silva F., 2001). Un suelo sano también contribuye a la mitigación del cambio climático, manteniendo o aumentando su contenido de

carbono. De esta manera permite aprovechar los organismos del suelo y organismos vegetales como la materia orgánica para componer el estado del suelo afectado.

6. Marco de referencia

6.1. Marco Teórico

Como contaminación ambiental entendemos que es la presencia de sustancias, energía u organismos extraños en un ambiente determinado en cantidades, tiempo y condiciones tales que pueden causar desequilibrio ecológico. (Arellano, 2011)

Los suelos son unidades multifuncionales resultantes de la acción combinada de diversos factores formadores, que define el tipo e intensidad de los procesos edafogénicos. La importancia de los distintos factores varía de unos suelos a otros y a lo largo del tiempo. Los principales factores son: Roca, Clima, Organismos vivos, Geomorfología, Tiempo. (Porta, López Acevedo, & Poch, 2013).

Los suelos permiten el enraizamiento de las plantas (anclaje), con lo que estas pueden obtener agua, oxígeno y nutrientes. Gracias al suelo y a la radiación solar, las plantas por medio de la fotosíntesis producen alimentos, forrajes, fibras, masas forestales y energías renovables. Los suelos son la base de todos los ecosistemas terrestres, por lo que hacen posible la vida en el planeta. (Porta, López Acevedo, & Poch, 2013)

Dado que el eje central de análisis de la investigación será el manejo de los residuos sólidos para llegar a una solución o posible reducción de las basuras acumuladas en el lote camellón de Las Camelias del Municipio de San Martín-Meta, para ello será necesario plantear algunos parámetros que sirvan de ejes conceptuales.

El concepto de residuos municipales y residuos industriales, según Arellano (Arellano, 2011). los residuos municipales son aquellos generados en las casas, comercios, tiendas, restaurantes, mercados, parques, jardines, por otra parte, señalan a los residuos industriales como los generados por la actividad industrial, los cuales son: plásticos, cenizas, residuos de demolición y construcción.

Tabla 1. Origen y tipos de residuos solidos

Fuentes	Locales	Tipo de residuos
Doméstica	Viviendas unifamiliares y multifamiliares, apartamento de media o gran altura.	Alimentos, papel, embalaje, vidrio, metal, cenizas de basura doméstica, basura doméstica peligrosa.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, Oficinas y hoteles.	Alimentos, papel, embalaje, vidrio, metal, cenizas de basura doméstica, basura doméstica Peligrosa.
Industrial	Fabricación, industrias productoras de materiales ligeros y pesados, refinерías, plantas químicas, minas, generación de energía.	Residuos de procesos industriales, metales, maderas, plásticos, aceites y residuos peligrosos.
Construcción y demolición		Tierra, cemento, madera, acero, plástico, vidrio, vegetación

NOTA: Descripción de los diferentes tipos de residuos sólidos, Adaptado (Kiely, 1999)

Identifican las propiedades físicas (tamaño de la partícula, contenido de la mezcla y densidad de los materiales) y químicas (cantidad de material volátil, cenizas totales, porcentaje de gases y poder calorífico) de los residuos para tener en cuenta respecto a los materiales necesarios para su tratamiento. (Arellano, 2011)

Partiendo de esto plantean un manejo general de los residuos sólidos el cual considera el flujo de materiales en la sociedad, reducción en la cantidad de materias primas, reducción en la cantidad de residuos sólidos, reciclaje, recuperación de materiales, recuperación de energía y por último la consolidación del manejo diario de los residuos sólidos.

6.2. Marco Conceptual

- Residuos sólidos urbanos (RSU): Se componen de los residuos de tipo doméstico, comercial y alguno de tipo industrial (no peligrosos) recogidos por las autoridades privadas o públicas. Los residuos no se ajustan a un estándar y normalmente, no existen dos residuos iguales. La basura doméstica de una sola casa variará de semana en semana y de estación en estación. En algunos países hasta un 50 por 100 de los residuos sólidos en invierno son cenizas, y nada en verano. El tipo de residuos varían entre los grupos socioeconómicos dentro de un país y de un país a otro. Las basuras domésticas recogidas conjuntamente con residuos industriales pueden ser muy diferentes de los residuos sólidos urbanos

convencionales.

- Botadero: Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías, lo que genera riesgos sanitarios o ambientales (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente (CEPIS), 2004).
- Contaminación del suelo: Desde siempre, el suelo ha sido utilizado para depositar los residuos, incluyendo aquellos que han sido removidos de aire de la tierra. En los últimos años, la mayor parte de los esfuerzos en la población ambiental se han abocado a limpiar el aire y el agua, así como evitar que se sigan contaminando, esto porque su relación con los problemas a la salud de la población es más directa. Sin embargo, no se deben descuidar los aspectos de contaminación del suelo, ya que estos amenazan no solo a los usos futuros del suelo mismo, sino a la calidad de aire y superficie de la tierra se transportan hacia el aire, como las bacterias o virus que se propagan en el aire en los tiraderos a cielo abierto. Si un relleno sanitario no cumple con las características idóneas de diseño puede provocar que los lixiviados se transfieran hacia el agua subterránea. (Arellano, 2011).
- Degradación física del suelo: La degradación física del suelo se define como la pérdida de la calidad de la estructura del suelo. Esa degradación estructural puede ser observada tanto en la superficie, con el surgimiento de finas costras, como bajo la capa arada, donde surgen capas compactadas. Con esa degradación, las tasas de infiltración de agua en el suelo se reducen, mientras las tasas de escorrentía y de erosión aumentan.

6.3. Marco Legal

La normatividad actual fortalece el proyecto y la importancia que se requieren para la investigación. Entre la normatividad colombiana se establece la Ley 23 de 1973 dicta los principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.

La Ley 9 de 1979 el código Sanitario Nacional. Establece criterios a ser considerados en el almacenamiento de residuos del artículo 22 al 35 define la disposición final de los residuos, mediante el almacenamiento (recipiente y condiciones) y la recolección que las empresas de aseo deberán ejecutar y el transporte para su disposición final. De igual forma mediante la Ley 142 de

1994 dicta el régimen de servicios públicos y Domiciliarios en el artículo 5 define competencia de los municipios en cuanto a la prestación de servicios públicos.

La Ley 1259 de 2008 la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de la norma de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones. Busca que los usuarios realicen una disposición correcta y para los residuos de escombros atribuyan a la empresa de servicios de recolección.

El Decreto 2811 de 1974 dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Según el artículo 34 al 38 seguía lo relacionado con el manejo de residuos sólidos su procesamiento, la obligación de los municipios a organizar la recolección, transporte y disposición final de basuras y establece la posibilidad de exigir el manejo de estos residuos a quien los produce.

El Decreto 1865 de 1994 Reglamenta las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible elaborarán planes de gestión ambiental regional, en armonía con la planificación en la gestión ambiental de los departamentos, distritos y municipios. Las CARS buscan otorgar los permisos pertinentes a los distritos y municipios.

El Decreto 2981 del 2013 por el cual se reglamenta el servicio público de aseo y fomenta el aprovechamiento de los residuos, con el fin de minimizar y mitigar el impacto a la causa de la generación de los residuos sólidos, se establece la obligación que tienen los usuarios de realizar separación en la fuente y la forma de presentarlos.

La Resolución de 754 de 2014 Establece la metodología para los PGIRS contempla la evaluación de la viabilidad para el aprovechamiento de Residuos orgánicos y las consideraciones que debe tener los programas de aprovechamiento. En este caso aprovechar los residuos de poda y césped en este lugar.

7. Metodología

El tipo de estudio que aborda la investigación es descriptivo-explicativo, dado que asumió un acercamiento a la problemática ambiental existente en la zona de estudio, en función del diagnóstico de las características físico-químicas del suelo afectados por un botadero, por el cuál se busca determinar sus afectaciones y las causas que originaron la situación presente.

Para el desarrollo de la investigación se realizó recopilación y selección de información, inicialmente se efectuó la búsqueda y compilación de fuentes de información relacionada a la temática, por medio de la consulta en bases de datos en la biblioteca digital de la Universidad Santo Tomás Villavicencio y diferentes fuentes bibliográficas donde se obtuvo información científica relacionada a evaluación de suelos afectados por actividad antrópica, normatividades para el sector ambiental y el plan de manejo de residuos sólidos; posteriormente se realizó la búsqueda y compilación de fuentes de información secundaria basados estudios técnicos locales realizados por diferentes entes públicos y privados, como el caso del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) por medio de la cartografía indica la distribución de los suelos pertenecientes al Municipio de San Martín, el tipo de suelo y orden taxonómico del área de estudio, en relación el Servicio Geológico Colombiano señala los antecedentes geológicos del suelo en el sitio de estudio, y por último la alcaldía municipal proporcionó datos relacionados al predio como es el caso los permisos otorgados, la reseña de propiedad y uso de lote en cuestión.

Para el logro de los objetivos propuestos del proyecto, la metodología que se realizó en 3 etapas:

7.1. Etapa I. Identificación de causas y prácticas inadecuadas de los residuos sólidos.

En el desarrollo de esta etapa se realizaron las siguientes actividades

7.1.1. Tamaño de la muestra.

En el área de estudio se presenta una problemática ocasionada por disposición no controlada de residuos sólidos, que conlleva a impactos ambientales negativos que generan degradación a los ecosistemas; contaminación atmosférica, cuerpos de agua y al suelo, y afectaciones a la salud humana. (Ochoa, 2016). Aproximadamente a 1,5 km del botadero se ubica el barrio Cuarto Centenario y alrededor se ubican 8 fincas, localizada en la zona de influencia (figura 2), en los

cuales sus pobladores pueden verse afectados, pero que a su vez pueden actuar como fuente de generación en la incorrecta distribución de los residuos. Motivo por el cual se aplicó una encuesta, con el propósito de identificar las posibles causas, que conllevaron a que se presentará este fenómeno.

Se determinó el tamaño de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad n = \frac{66 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 * (66 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = 56$$

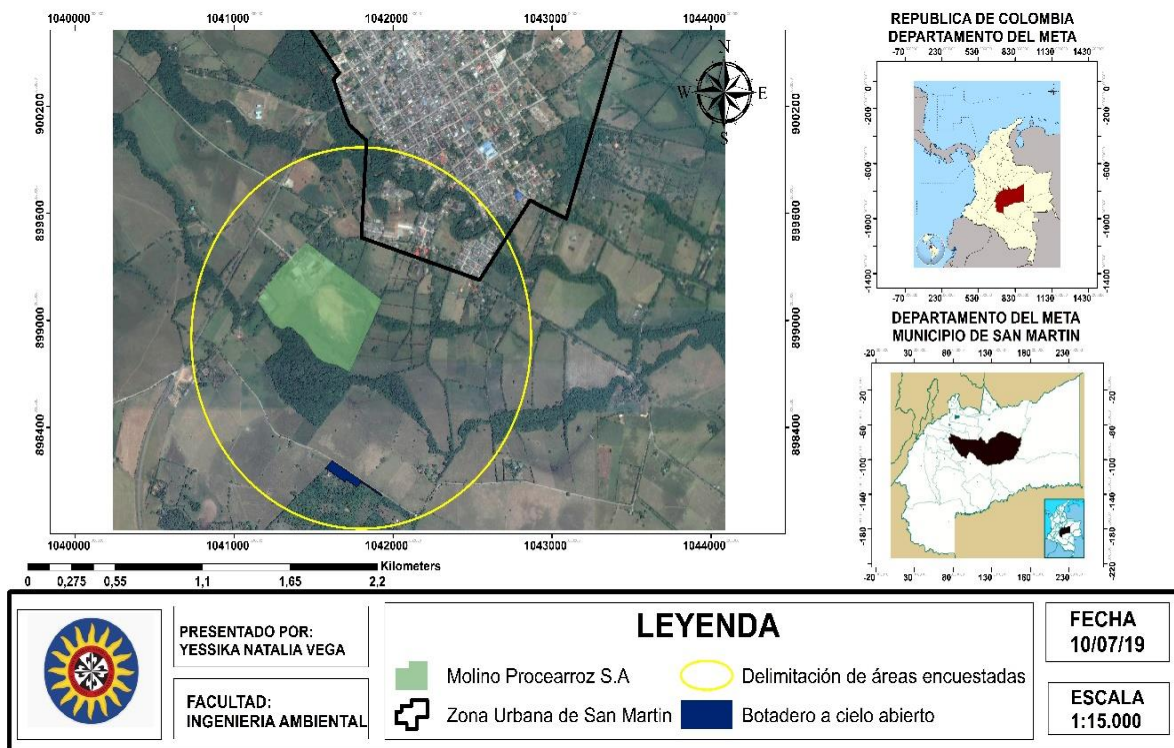


Figura 2. Mapa de localización de la zona de estudio y delimitación de áreas encuestadas en San Martín, Meta, por Vega, Y. (2019)

7.1.2. Diseño y Aplicación de la encuesta.

Para la determinación de los factores del mal uso de del lote camellón las Camelias, se implementó el método de entrevista semiestructurada que pretendió plasmar la percepción que la población aledaña posee frente a la contaminación de esta zona, estas preguntas fueron formuladas de tal forma que su respuesta se inclinara hacia una percepción positiva, negativa o neutra en su defecto, esto con el fin de facilitar el análisis de los datos; se presentan las variables más representativas, en la cual se realizó una encuesta guía y abarca el cuestionamiento de la problemática con los distintos pobladores de la zona. (Rincón-Ruíz, y otros, 2014). Para evaluar

el cuestionario, se aplicaron 5 encuestas piloto en la Cabecera municipal de San Martín (Meta), con margen del 10% del tamaño de la muestra, para determinar si las preguntas eran adecuadas en número y comprensión, de los comentarios dejados por los encuestados se realizaron los ajustes en las preguntas con el fin de facilitar la interpretación de la encuesta real.

La aplicación de la encuesta se llevó a cabo a la población más cercana del botadero, el barrio cuarto centenario y Piñalito (San Martín – Meta), mediante un muestreo aleatorio simple, los datos obtenidos estuvieron acorde a la opinión de cada encuestado de manera anónima; para facilitar la toma y el procesamiento de datos, se utilizó la herramienta de google drive, la cual es una aplicación gratuita de dispositivos móviles con la cual se puede recaudar información de tipo encuestas en formato de Excel y luego exportar al SPSS.

7.1.3. Análisis de la encuesta.

La encuesta fue planteada con el objetivo de identificar si la población del barrio aledaño al botadero contribuían a su desarrollo, por tal motivo las preguntas se enfocaron en la disposición final que realizaban de los residuos sólidos, el sistema de recolección de las basuras y la percepción que tienen frente al desarrollo del botadero en un terrenos periféricos al barrio. El cuestionario se diseñó basado en aspectos inherentes a la población y a la empresa de servicio de recolección de basura, en el caso de la población encuestada se evaluaron factores sociales, económicos y culturales y en relación a la empresa CAFUCHES la calidad del servicio; se aplicó una encuesta descriptiva con el propósito de crear un registro sobre las actitudes o condiciones de la población en relación a criterios como: Disposición de los residuos especiales (poda y escombros), alternativas de disposición de residuos no recogidos por la empresa CAFUCHES, aspectos culturales (conocimiento en reciclaje y el sitio de la disposición final de los residuos sólidos); información que se analizó para determinar las causas de la problemática presente en la zona de estudio, para ello se procesó los resultados obtenidos mediante el paquete estadístico SPSS, realizando un análisis descriptivo mediante tablas de frecuencia y gráficas estadísticas.

En el desarrollo del proyecto, realizando la toma de muestras en campo, se identificaron otros actores que contribuían de manera significativa a la problemática, depositando diferentes tipos de residuos (figura 3), después de varios días de seguimiento, se determinó que estos actores pertenecían al gremio de los transportadores de moto cargueros y tracción animal; motivo por el cual se determinó realizar un segundo cuestionario, el cual se aplicó a este gremio con el propósito de identificar la fuente de generación.



Figura 3. Gremios de moto cargueros arrojando residuos en el botadero, por Vega, Y. (2019)

7.2. Etapa II: Muestreo y Pruebas de laboratorio

7.2.1. Toma de muestras.

Inicialmente se realizó un reconocimiento del terreno, para demarcar el suelo afectado por la disposición de residuos, y como el propósito es evaluar el estado mediante el diagnóstico de las propiedades fisicoquímicas del suelo, se escogió un terreno aledaño para comparar los cambios sufridos. Los criterios de selección del terreno con el cual se compararon las propiedades fisicoquímicas fueron: 1) Poseer en común el material parental 2) Tener el mismo orden de suelo de acuerdo al IGAC, ultisoles (mapa de suelos del Meta). 3) Estar bajo las mismas condiciones climáticas y topográficas, 4) y por último tener una vocación diferente; ambos suelos poseen en común factores de formación como son: Roca parental, clima, relieve y tiempo cronológico, pero al tener vocaciones diferentes como es el caso de botadero a cielo abierto y el de ganadería extensiva, permite evaluar el estado del suelo y comparar los cambios sufridos por las afectaciones recibidas. La ubicación de los terrenos se realizó mediante el uso de un receptor de GPS Garmin referencia Oregon 750, se tomaron las coordenadas para la elaboración de los planos por medio del programa ArcMap 10.5 (ArcGIS), que nos permite identificar el área de afectación, las distancias al barrio Curto centenario y ubicar los puntos de muestreo. La zona seleccionada para el proceso de muestreo corresponde a las coordenadas $3^{\circ}40'31.68''\text{N}$ Y $73^{\circ}42'10.44''\text{O}$ (figura 9) perteneciente al lote camellón de las Camelias del Municipio de San Martín-Meta. Se realizó un muestreo por conveniencia, ya que las condiciones de este lote cambiaban continuamente en relación a movimiento con retroexcavadora, la persistente disposición de residuos; posterior a esto se siguieron los criterios establecidos por la

NTC 3656 (metodología para muestreo de suelos contaminados) todos los puntos de muestreo se realizaron a la misma profundidad (20cm) mediante un barreno up-land. El suelo no disturbado, el cual se encuentra adecuado para pastoreo rotativo corresponde a las coordenadas $3^{\circ}40'31.22''N$ Y $73^{\circ}42'7.49''O$ (Figura 4), la obtención de las muestras según NTC 4113-2 se llevó a cabo mediante un sistema aleatorio de tipo zig zag y todas las muestras se tomaron a la misma profundidad (20cm), para mantener una muestra homogénea del terreno.

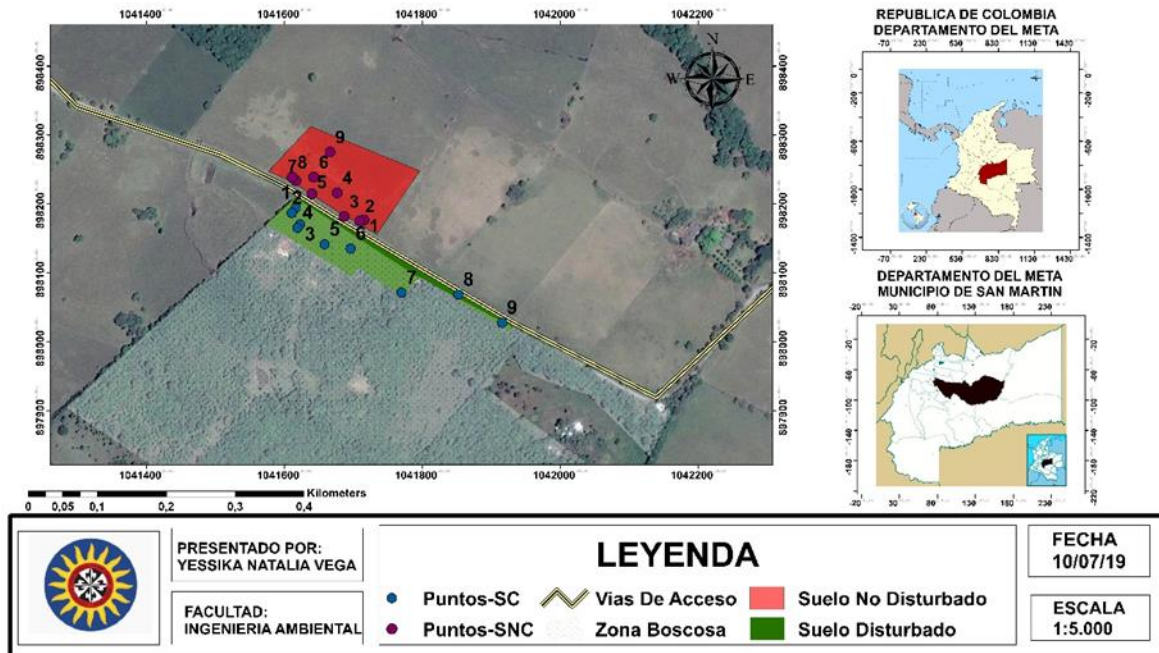


Figura 4. Identificación de puntos de muestreo en suelo contaminado (SC) y suelo no contaminado (SNC) en la zona de estudio de San Martín, Meta por Vega, Y.(2019)

Para evitar confusión y la facilidad en la identificación de todas las muestras tomadas del suelo del botadero fueron etiquetadas con el código SC y para el suelo testigo con el código SNC, seguido de un número que indica el orden de muestreo, los cuales se realizaron en fechas diferentes para cada suelo, códigos que se pueden relacionar claramente al suelo muestreado sin necesidad de realizar otros tipos de relaciones para su posterior referenciarían geográfica y análisis.

7.2.2. Pruebas fisicoquímicas

Los parámetros físicos que se determinaron fueron: la densidad aparente, la densidad real, textura y porosidad se realizaron en la Universidad de los Llanos, siguiendo el documento análisis de suelos; plantas; agua para riego, (Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 1989) bajo la

supervisión del técnico de laboratorio de suelos el señor Darío Humberto Beltrán y el parámetro del color se realizó en la Universidad Santo Tomás.

Tabla 2. Parámetros físicos

Parámetro	Unidad	Método
Densidad Aparente (Da)	g/cm ³	Método del cilindro
Densidad Real (Dr)	g/cm ³	Método del picnómetro
Textura	%	Bouyoucos
Porosidad	%	Relación Da y Dr
Color	Círculo cromático	Libro código de Munsell

NOTA: Resultados de las pruebas realizadas en los laboratorios de la Universidad de los Llanos.

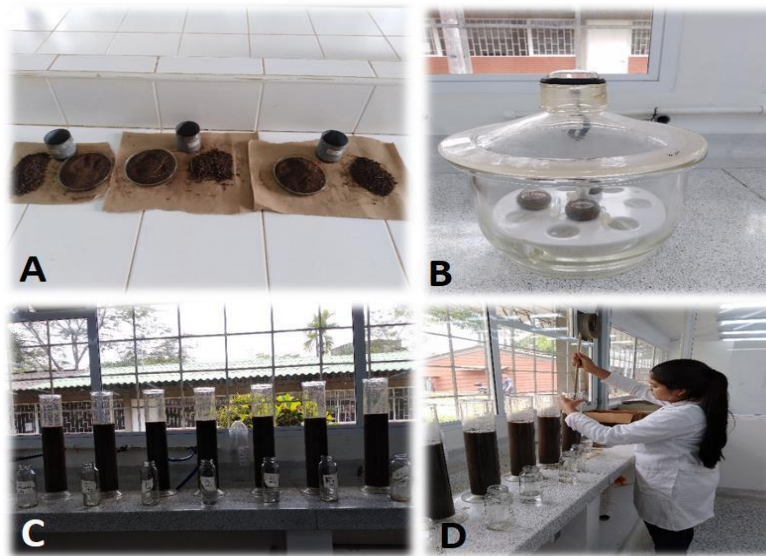


Figura 5. Pruebas fisicoquímicas, Por Vega, Y (2019)

En los diferentes gráficos se visualizan los métodos aplicados para hallar algunos de los parámetros físicos. A) Densidad aparente por medio de los cilindros, B) Densidad real por el método del picnómetro, C y D) Método de Bouyoucos para textura.

Los parámetros químicos se realizaron por medio del kit de suelos LaMotte en la Universidad Santo Tomás, pero los resultados que arrojaban de las concentraciones de los nutrientes eran cualitativos (alto, bajo o medio), para obtener una mayor aproximación al análisis del fenómeno que se estaba estudiando, se tomó la decisión de solicitar a un laboratorio certificado, como fue el caso de la Universidad de los Llanos, que nos indicó los resultados de forma cuantitativa. Los parámetros hallados por medio del kit LaMotte se plasman en la tabla 5 y el resultado del análisis químico entregado por la Universidad de los llanos para los dos tipos de suelos se representa en los anexos 9 y 10.

Tabla 3. Parámetros químicos por el método de LaMotte.

Parámetro	Unidad
Fósforo	Lb/a
Aluminio	Ppm
Hierro	Lb/a
Magnesio	Ppm
Manganeso	Ppm
Nitrato de N	Lb/a
pH	pH

NOTA: Resultados de las pruebas realizadas en los laboratorios de la Universidad de los Llanos, 2019

7.2.2.1. Estudio de infiltración.

Para determinar la capacidad que posee el suelo de incorporar agua, se realizaron 8 pruebas de infiltración por el método de los anillos de Munz, 5 en el botadero y 3 en el suelo testigo, se realizaron menos pruebas en este último por la homogeneidad que presenta. Los datos se presentan en los anexos 11 al 13, se plasman los tiempos medidos y la lectura de infiltración (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014).

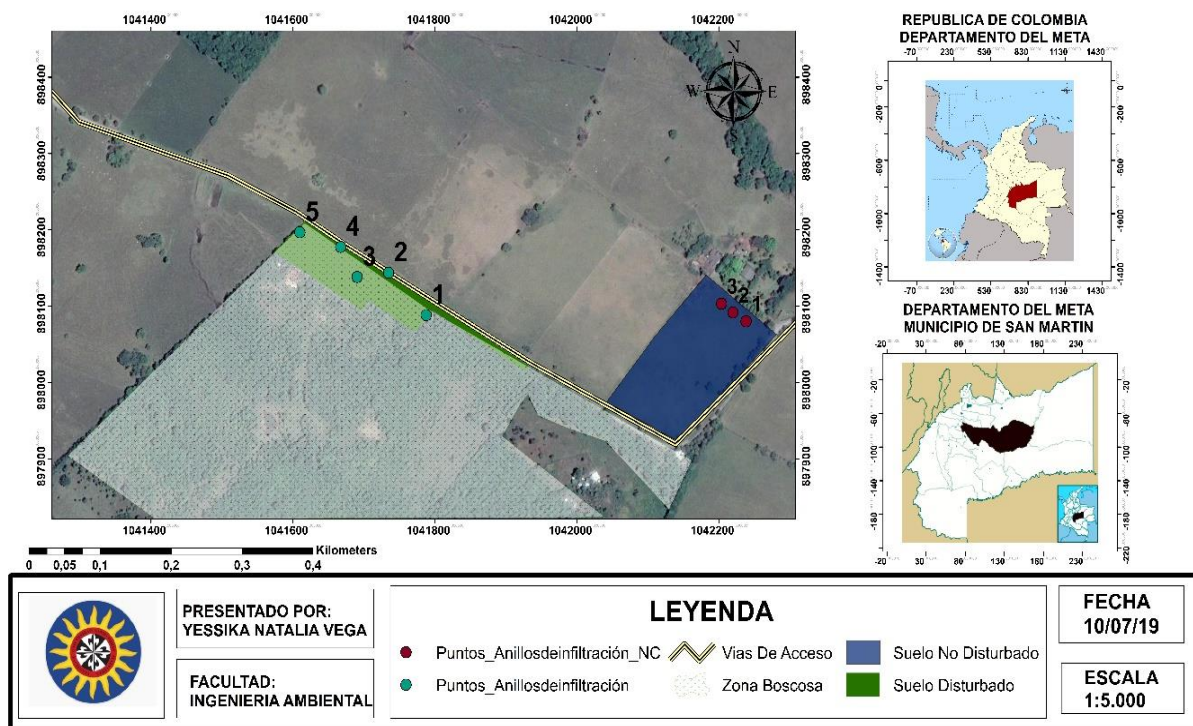


Figura 6. Delimitación de las pruebas con el anillo de infiltración. por Vega, Y. (2019)

7.3. Etapa III Formulación de estrategias de recuperación y uso del suelo objeto de estudio

7.3.1. Revisión de estudios de casos

Para el desarrollo de esta etapa se realizó recopilación y selección de información de casos donde se han efectuado actividades de recuperación de suelos en áreas degradadas por residuos sólidos, con el propósito de identificar a partir de actividades implementadas, alternativas de solución en la recuperación del suelo.

7.3.2. Evaluación de los riesgos ambientales

A partir de análisis de resultados elaborados en la etapa anterior, se realiza una evaluación en forma general del botadero, teniendo en cuenta las condiciones y características del mismo, de igual modo se indica el impacto que se ha generado en las propiedades fisicoquímicas del suelo y un esbozo del impacto que ha ocasionado al entorno.

7.3.3. Análisis del problema y planteamiento de alternativas de recuperación

Se diseñó una matriz DOFA, a partir del análisis de la información recolectada en la investigación, se enlistó las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas; además se identificaron algunas condiciones externas e internas que inciden en la problemática, finalmente se plantearon propuestas de alternativas.

8. Análisis de resultados

8.1. Etapa 1. Identificación de causas y prácticas inadecuadas de los residuos sólidos mediante encuesta descriptiva

De acuerdo a (Informatica, 2006) la codificación es un proceso que facilita el procesamiento de la información, que se realiza generalmente sobre respuestas dadas en el cuestionario, asignándoles de acuerdo al criterio del investigador, un número o clave y de esta manera identificar con mayor eficacia en el momento del procesamiento de los datos. Con el fin de identificar los aspectos sociales y económicos inherentes a la población, como se visualiza en la tabla 4, Se creó una codificación para los siguientes aspectos: sexo, estrato, grado de educación, sueldo, ocupación, uso de vivienda y tenencia de la casa; en el caso de números de hijos y estrato, no se codificaron por ser variables cuantitativas discretas y ordinales respectivamente.

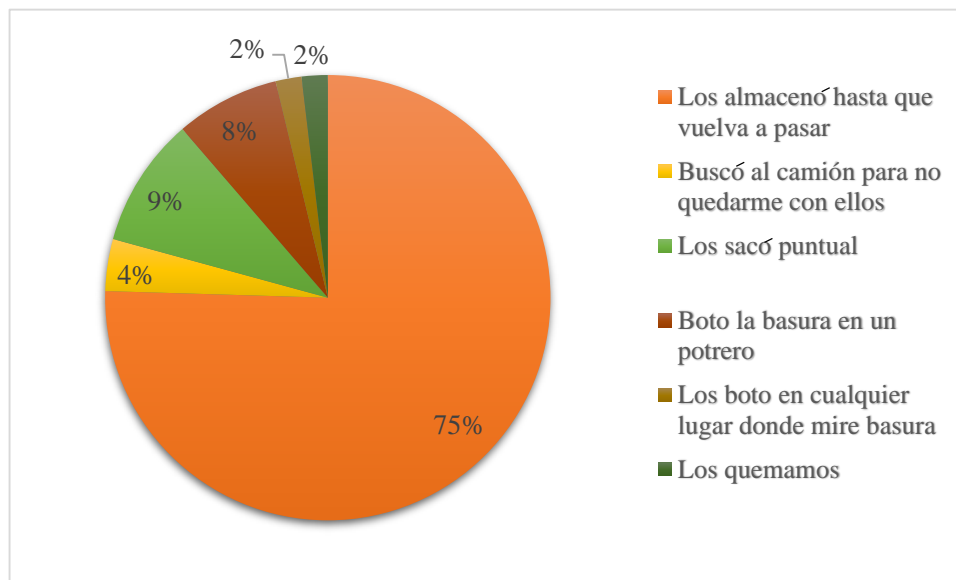
Tabla 4. Codificación a los aspectos sociales

Categoría	Nombre	Código
Sexo	femenino	1
	masculino	2
Grado de educación	Primaria	1
	Secundaria	2
	Técnico	3
	Profesional	4
Sueldo	No gana	1
	Menor a 1 smmlv	2
	Entre 1 y 2 smmlv	3
Ocupación	No trabaja	1
	Ama de casa	2
	Empleado	3
	Estudiante	4
	Independiente	5
	Pensionado	6
Uso vivienda	Solo vivienda	1
	Vivienda y negocio	2
Propiedad de la vivienda	Propia	1
	Arriendo	2
	Familiar	3

NOTA: Relación de categorías y clasificadores de las personas encuesta, por Yessika Natalia vega Galindo, 2019.

En la identificación de las causas se realizó un análisis de los aspectos sociales, económicos y culturales de la población y la percepción que poseen frente a la calidad del servicio de la empresa de recolección CAFUCHES S.A. se plasman las preguntas pertinentes al caso.

Pregunta 1. ¿Cuándo usted no alcanza a sacar la basura el día y la hora que pasa el camión de basura que opción toma o de qué manera dispone los residuos?

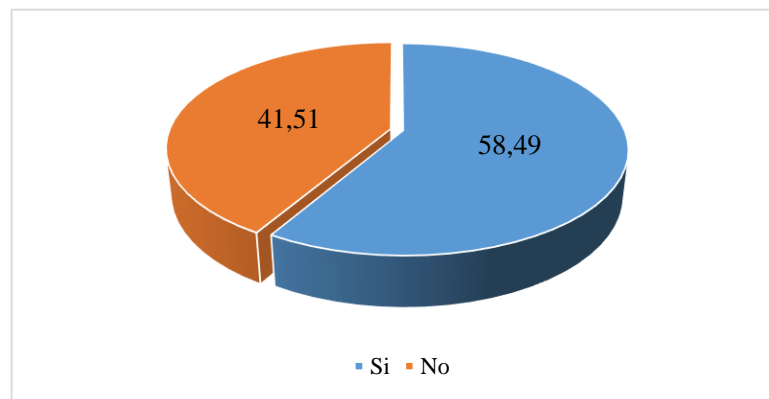


Gráfica 1. Disposición de los residuos cuando no alcanza a sacarlos al servicio recolector, por Vega, Y. (2019)

De acuerdo a la información recolectada, se identificó que el 75% de los encuestados almacenan los residuos (domésticos) hasta que vuelva a pasar el sistema de recolección, esto refleja que algunas personas tienen una conducta ecológica responsable, es decir que contribuyen a la protección de los recursos naturales o al menos, a la reducción del deterioro ambiental (Miranda, 2013). La segunda opción que corresponde al 9% de los encuestados los cuales sacan los residuos de forma puntual dentro de los horarios establecidos, se denota un comportamiento adecuado de responsabilidad ambiental respecto a la recolección de basura. La tercera opción estuvo relacionada con un 8% de los encuestados que respondieron con la opción “los arrojan al potrero”, esto concuerda que las personas no sacan los residuos en el horario establecido, manifestaron que era debido a la falta de tiempo por su trabajo, falta de flexibilidad en el servicio de recolección, los aspectos manifestados anteriormente por las personas son de entender pero cabe resaltar que esta acción no es pertinente de arrojar los residuos en un potrero, se denota la falta de educación ambiental, generando inadecuadas condiciones en el medio ambiente. De acuerdo a los resultados, el 12% de los hogares encuestados realizan prácticas inadecuadas a la disposición de los residuos

tales como: arrojarlas a un potrero, botándolos en cualquier lugar y quemando los residuos; realizando una proyección hacia al Municipio, que de acuerdo (Florez , 2016), están matriculados al servicio de acueducto 5711 hogares, de los cuales 685(12%) podrían estar realizando las mismas prácticas inadecuadas, que en algunos casos contribuyen a la problemática presente en la zona de estudio. Datos suministrado por Cafuches, el Municipio produce diariamente 12 toneladas de basura al día, realizando el mismo calculo, correspondería a 1200 kg (12%) de residuos sólidos dispuestos inadecuadamente pero se necesitan estudio detallado para determinar el volumen real arrojados en la zona de estudio.

Pregunta 2 ¿El carro de basura ha recogido todos sus residuos?



Gráfica 2. Porcentaje de recolección de todos los residuos, por Vega, Y. (2019)

La información recolectada, denota que el 41,51% de los encuestados afirman que el camión de servicios de aseo recoge todos sus residuos y tienen una percepción favorable del servicio, aunque no están de acuerdo con la compactación de los residuos en las calles, por el mal olor que genera el derrame de líquido percolador producto de la descomposición de las basuras en el barrio. Según el Decreto 2891 del 2013 establecido en el artículo 37 las características de los vehículos de recolección y transporte de residuos sólidos, las cajas compactadoras de los vehículos con destino a disposición final, deberán ser de tipo de compactación cerrada, de manera que impidan la pérdida del líquido (lixiviado), y contar con un mecanismo automático que permita una rápida acción de descarga). (Decreto 2981, 2013). El 58,49% de los encuestados respondieron que “NO” recoge todos sus residuos, debido que la empresa prestadora del servicio no colecta los residuos especiales (construcción, poda y césped, especiales, aparatos eléctricos y electrónicos), esto obedece al desconocimiento de la ciudadanía en cuanto a los residuos que debe recolectar la empresa prestadora del servicio. La empresa de servicios está incurriendo por falta de socialización

de los residuos a recolectar y para los residuos especiales la disposición final que deben realizar. Para realizar la recolección de estos residuos el usuario debe solicitar el servicio y será quien asuma los costos asociados con el prestador autorizado de acuerdo con el decreto 2891 del 2013 (Decreto 2981, 2013). A partir de los datos obtenidos, surge el siguiente interrogante ¿Dónde disponen el (58,49%) de los hogares los residuos no recolectados por el camión de basura? No se evidencia en otros sitios del municipio que se esté realizando disposición inapropiadas, lo cual se deduce que lo arrojan a este botadero.

Tabla 5. Pregunta 3 ¿Usted sabe a dónde van los residuos sólidos del Municipio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Botadero	12	22,6	22,6	22,6
	No sabe/No responde	28	52,8	52,8	75,5
	Relleno sanitario	11	20,8	20,8	96,2
	Ríos	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

NOTA: Porcentaje de la percepción que tiene la población sobre la disposición final de los residuos del municipio. Pregunta ¿usted sabe a dónde van los residuos sólidos del Municipio? por Vega, Y. (2019)

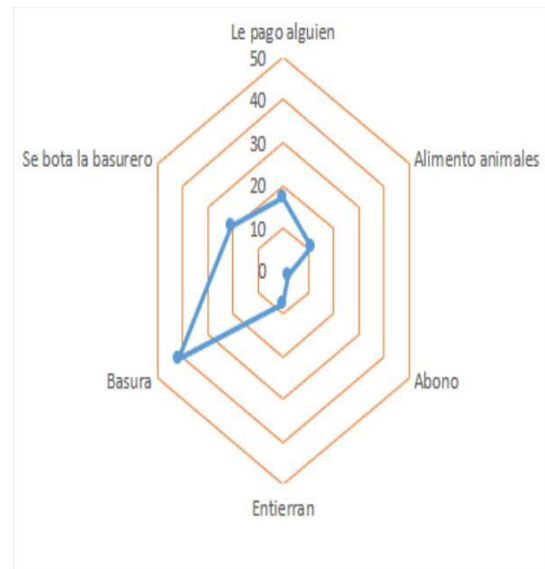
La tabla 6 presenta las respuestas de los usuarios frente a su conocimiento de la disposición final de los residuos sólidos en el municipio. Los resultados más relevantes están relacionados con la opción “no sabe” dando un resultado de 28 encuestados que equivale a un 52,8%, las perspectivas que tienen las personas es hacer cumplimiento de sacar la basura en el horario establecido aunque no tengan conocimiento de la disposición final de los residuos, esto puede ser por falta de socialización de la empresa de servicios públicos en cuanto al servicio prestado y la falta de intereses de los usuarios (según el decreto 2891 del 2013 y el artículo 110 los derechos de los usuarios deben hacer parte de los comités de Desarrollo y control social). (Decreto 2981, 2013). La segunda opción “al botadero” fue respondida por 12 encuestados, que corresponde a un 22,6% esto se debe al desconocimiento sobre el manejo de los residuos que realiza la empresa de servicios, de tal manera la acción que algunas personas toman es arrojarlos al basurero y generando un botadero de basura a cielo abierto, y la tercera opción “relleno sanitario” dando un resultado de 11 encuestados concierne a un 20,8% de personas que tienen conocimiento de la disposición final

de los residuos sólidos, principalmente a que algunas de estas personas trabajan en la alcaldía del municipio o conocen el proceso de trabajo de servicios públicos.

Pregunta 4. ¿Cómo dispone de los residuos especiales que genera en su casa (poda y césped y escombros)?



Gráfica 3. Residuos de construcción, Por Vega, Y. (2019)

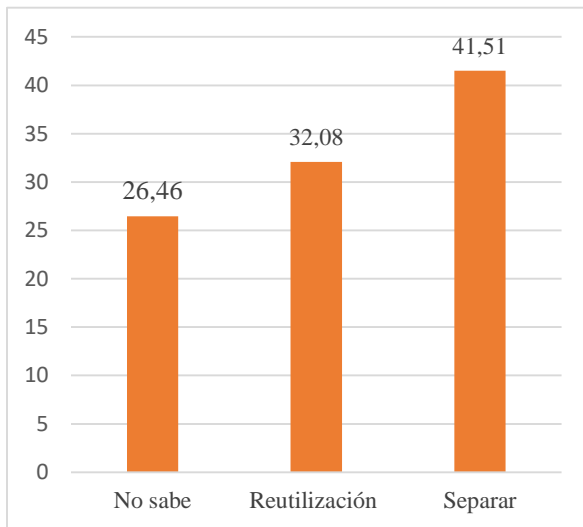


Gráfica 4. Residuos de poda y césped, por Vega, Y. (2019)

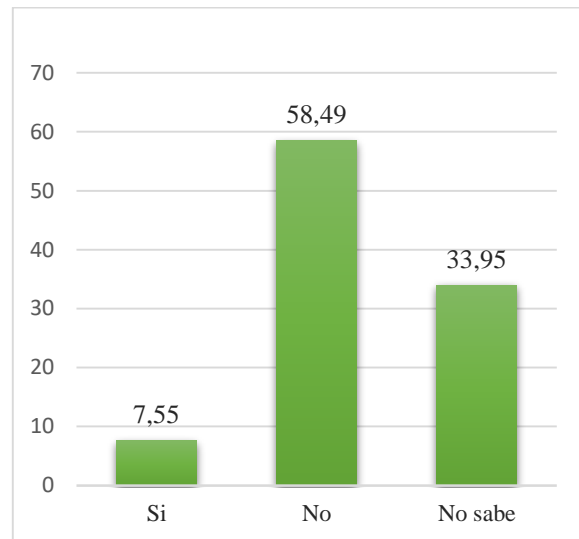
Se realizaron dos gráficas para identificar la generación de residuos de poda y césped y de residuos de escombros, notándose con preocupación que el 38% y 64% en cada caso, le pagan a alguien o lo tiran directamente al botadero de cielo abierto. La mayoría de los encuestados acuden a los gremios del municipio (moto cargueros y transporte de tracción animal) debido que el servicio de recolección de basura no recoge estos residuos y deben realizar un trámite en la empresa para residuos especiales y pagar por este servicio, las personas afirmaban que era más conveniente para ellos acudir a los gremios, porque no tenían que realizar ningún trámite ni esperar y el costo era más bajo. Para disponer de los residuos orgánicos (barrido de hojas, restos de frutas), el 42% de los encuestados, la acción que tomaban era recogerlos en bolsas y a la basura, ya que es algo mínimo de lo que generaban y no era tan notorio; en segundo lugar (entre el 17% y 21%) sobresalen la disposición que realizan en el botadero o pagándole a alguien y por ultimo con valores que no sobrepasan el 11% realiza un uso adecuado como es el de abono, alimento de animales o lo entierran. Los factores que inciden en los altos porcentajes de la mala disposición en estos residuos esta ocasionado por la falta de educación ambiental, el desconocimiento que brinda le empresa de

servicio públicos, los bajos ingresos de la población que por menor costos le pagan a los moto cargueros, la cercanía al botadero a cielo abierto en el cual el municipio no ha cumplido con el permiso otorgado por Cormacarena y no cuenta con un lugar para disponer de los escombros.

Pregunta 5 y 6. ¿La empresa tiene programas de sensibilización o realiza campañas para reciclar? - ¿Usted tiene conocimiento de que residuos sólidos se pueden reciclar?



Gráfica 5, Programas para reciclar, Por Vega, Y. (2019)



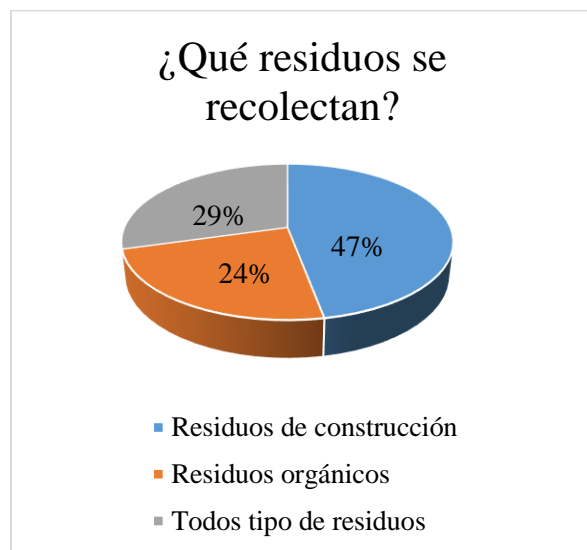
Gráfica 6. Conocimiento de reciclar, por Vega, Y. (2019)

En las gráficas 5 y 6 se puede relacionar directamente el conocimiento que tienen los usuarios sobre procesos de reciclaje y los programas de sensibilización o campañas para reciclar que realiza la empresa de servicios públicos, los encuestados afirman que para ellos reciclar es la opción de “separar” con un 41,51% y 32,08% de los encuestados afirman que reciclar es la opción de “reutilizar”; en su mayoría los encuestados tienen conocimiento sobre reciclar, aun así el 58,49% de los encuestados confirman que la empresa no tiene programas de sensibilización o realiza campañas para reciclar, es neurálgico porque las personas quisieran contribuir a reciclar pero la empresa de servicios no brinda información (según el decreto 2891 del 2013 establecido artículo 105 la empresa debe tener relaciones con la comunidad, el cual debe desarrollar programas orientados a establecer y fortalecer relaciones con los usuarios del servicio en el marco del programa de prestación del servicio. Estos programas deberán cumplir los siguientes objetivos: 1. Suministrar información a los usuarios acerca de los horarios, frecuencias, normas y características generales de la prestación del servicio. 2 Promover actividades de capacitación a la comunidad

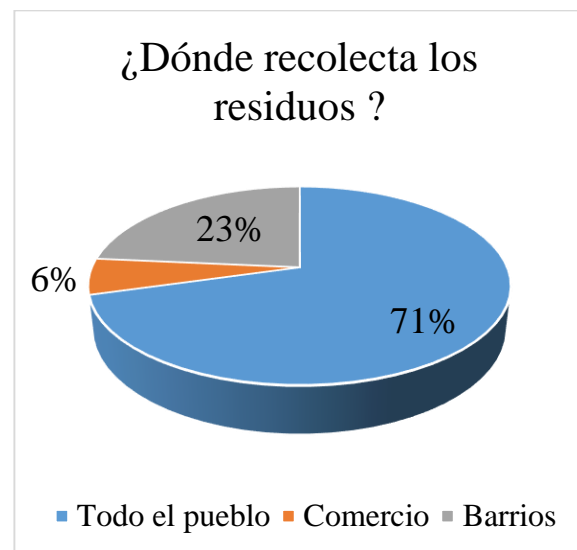
sobre el uso eficiente del servicio, y sobre la cultura de la no basura de acuerdo con lo establecido en el PGIRS) (Decreto 2981, 2013) o que contribuyan con una unidad de almacenamiento en el barrio.

Encuesta a los gremios de transporte del municipio.

Durante la realización de pruebas en campo se evidencio por medio de observación directa que constantemente se depositaban residuos orgánicos (restos de huesos), residuos de construcción y demolición, residuos especiales y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos Debido a esto, se decidió aplicar la siguiente encuesta a los gremios (moto cargueros y transporte de tracción animal) con la finalidad de conocer la fuente y el proceso de recolección.



Gráfica 7, *Conocimiento de reciclar, Por Vega, Y. (2019)*



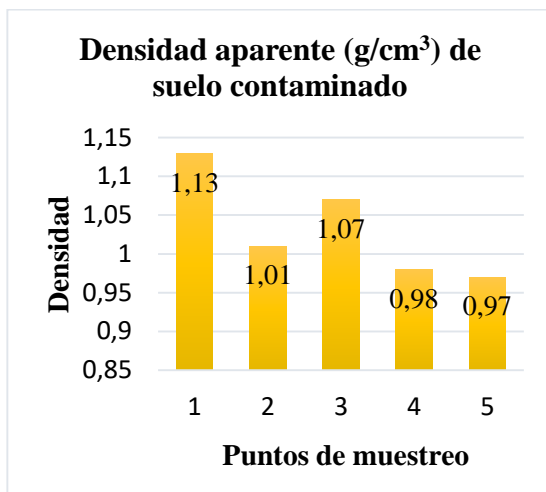
Gráfica 8. *Programas para reciclar, Vega, Y. (2019)*

El 47% de los encuestados que pertenecen al gremio de moto cargueros y transporte tracción animal, afirma que los desechos que ellos transportan son de construcción, el 29% de los encuestados recogen toda clase de residuos y el 24% recolectan residuos orgánicos. La encuesta realizada a los gremios (moto cargueros y transporte de tracción animal) indica que los residuos con mayor frecuencia que recolectan son los residuos de construcción y residuos orgánicos. El 71% de estos residuos se recolectan en todo el pueblo, esto se debe porque la empresa de servicios públicos no recoge estos tipos de residuos y según el decreto 2891 de 2013 el usuario que solicite este servicio será quien asuma los costos asociados con el mismo. Como se determinó en el análisis social y económico, la población

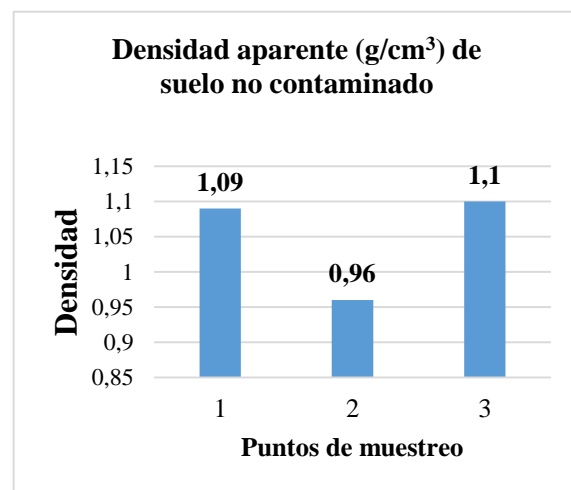
posee desconocimiento de los impactos generados por la inadecuada disposición de los residuos y los bajos ingresos, conllevan a que se contrate al gremio de moto cargueros, quienes por un costo mínimo realizan el servicio, contribuyendo a aumentar la problemática.

8.2. Etapa II: Muestreo y Pruebas de laboratorio

8.2.1. Determinación de la densidad aparente de los dos tipos de suelo por el método del cilindro



Gráfica 9, Densidad aparente del SC, Por Vega, Y. (2019)



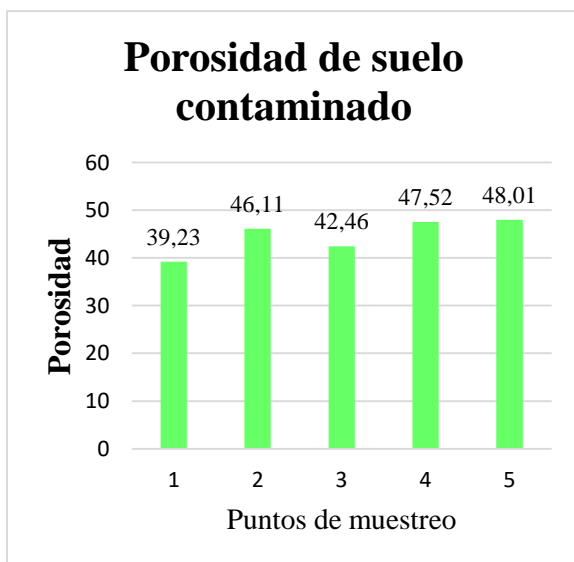
Gráfica 10, Densidad aparente SNC, Por Vega, Y. (2019)

La densidad aparente se relaciona entre la masa de suelo seco y el volumen total que ocupa la muestra inalterada y se expresa en g/cm^3 (Porta, López Acevedo, & Poch, 2013). En la gráfica número 9 se observa gran variación en las densidades aparente de los sitios muestreados, que oscilan entre $0,97 \text{ g/cm}^3$ y $1,13 \text{ g/cm}^3$, que coincide con la distribución que se encuentran en el botadero, los valores más altos se localizan en los sitios donde se depositan los escombros de construcción. De acuerdo a los resultados de laboratorio, los suelos son franco arenoso, que por literatura poseen una densidad de $1,35$ a $1,44 \text{ g/cm}^3$, pero los valores que presenta son menores, ocasionado por el alto contenido en la materia orgánica (tabla 10) g/cm^3 ; los suelos minerales con altos contenidos de materia orgánica tienen una densidad aparente menor debido a su gran porosidad liviandad. Esto quiere decir que estos dos tipos de suelos no presentan problemas de compactación (Castro, 1998).

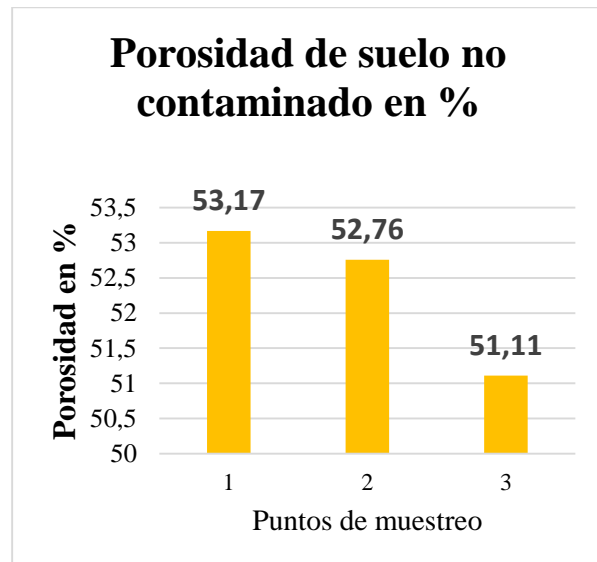
8.2.2. Determinación de la densidad real de los dos tipos de suelo por el método del picnómetro

La densidad real o de partículas se refiere a la relación del peso por unidad de un volumen de los sólidos del suelo sin tener en cuenta el espacio poroso. (Rojas, 1985). El suelo contaminado presentó una densidad de $1,87 \text{ g/cm}^3$ y el suelo sin contaminación tiene una densidad de $2,18 \text{ g/cm}^3$, según la tabla de rango de densidad real (1,0-2,0), se interpreta que estos suelos tienen una densidad baja (Castro, 1998), esta característica guarda relación con la composición mineralógica (arena, limo y arcilla) y el contenido de materia orgánica del suelo. Los suelos con alto contenido de materia orgánica (Suelos humíferos u orgánicos), presentan una densidad real baja debido a que el humus y la materia orgánica son materiales relativamente livianos que conforman la parte sólida del suelo (Castro, 1998). Se puede determinar que el suelo contaminado tiene menor densidad real respecto al suelo no contaminado, ya que el suelo contaminado tiene mayor porcentaje (4,0) de materia orgánica que suelo no contaminado (3,9). A medida que la materia orgánica aumenta la densidad real disminuye.

8.2.3. Determinación de la porosidad de los dos tipos de suelo.



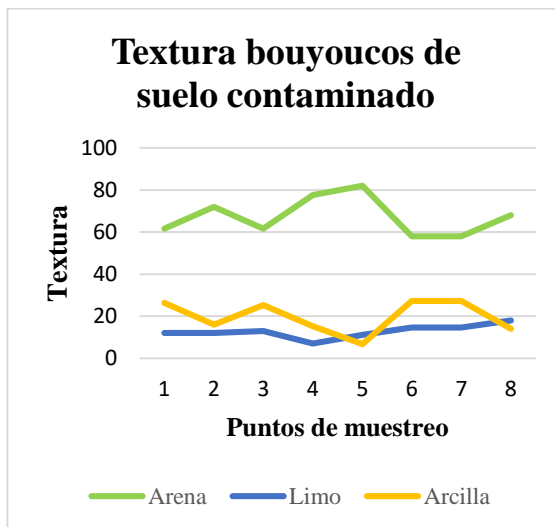
Gráfica 11, Porcentaje de porosidad SC, Por Vega, Y. (2019)



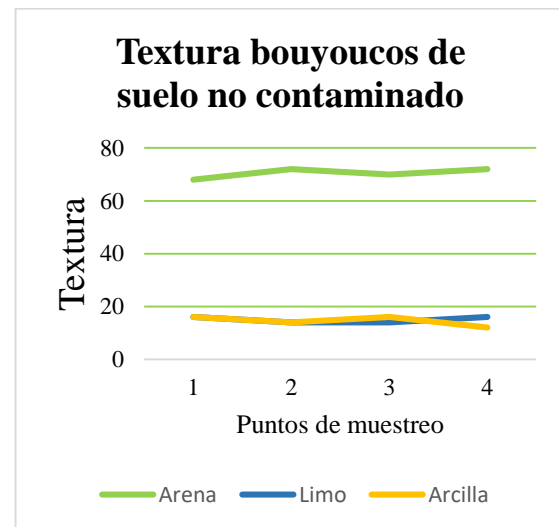
Gráfica 12. Porcentaje de porosidad SNC, Por Vega, Y. (2019)

La porosidad tiene una relación entre el volumen de huecos y el volumen total de la muestra inalterada y se expresa en porcentaje (Porta, López Acevedo, & Poch, 2013). La gráfica 13 representa los resultados de la muestra #5 con un 48,01% y la muestra #4 con un 47,52%, son los datos que presentan mayor porcentaje de porosidad respecto a las otras muestras. Los resultados obtenidos de la gráfica 14 con un alto porcentaje son la muestra 1 con un 53,17% y la muestra 2 con un 52,76%. Según la tabla de interpretación de rangos (45% - 50%) son suelos con alta porosidad, debido al alto contenido de materia orgánica, que le imprimen al suelo condiciones de liviandad, aireación y buena retención de humedad. Los suelos con alta porosidad presentan bajas densidades aparentes (Castro, 1998).

Determinación de la textura por el método de bouyoucos



Gráfica 13. Porcentaje de textura SC, Por Vega, Y. (2019)



Gráfica 14. Porcentaje de textura SNC, Por Vega, Y. (2019)

La textura se establecen tres fracciones atendiendo al tamaño de las partículas: arena, limo y arcilla. Se expresa en porcentaje de cada fracción referido a la masa de tierra fina (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014). La gráfica 14 representa los puntos de muestreo, los resultados más relevantes es la arena con un porcentaje alto, seguidamente de la arcilla y finalmente el limo. Según la tabla de agrupación de clases texturales y la tabla de factores de corrección por temperatura, se determinó que el tipo de suelo para la muestra contaminada y la muestra sin afectaciones es un

suelo franco arenoso. Lo que representa que son suelos de textura arenosa o gruesa. Estos suelos son granulosos y ásperos, no se encharcan, son fáciles de cultivar, pero son pobres en nutrientes para las plantas. (Castro, 1998). El alto porcentaje en arena presente en los suelos, es producto del material parental, para el área en cuestión, corresponde a depósitos de abanicos aluviales antiguos (Q1ab), conformados por conglomerados y brechas en una matriz de arena con altos porcentajes de cuarzo y feldespato (Colombiano, 2015).

De acuerdo a los resultados en el suelo no contaminado es constante el porcentaje de los componentes del suelo (arena, limo y arcilla), caso contrario ocurre en los suelos contaminados, existe una variación en el porcentaje de arena y arcillas, cuando disminuye la arenas aumenta el porcentaje de arcillas, ocasionado por la meteorización que ha sufrido el feldespato que conlleva a la formación de arcillas, se puede deber a un proceso químico por la disposición de los residuos depósitos en estos suelos.

Color

El color se debe a los elementos cromógenos que contiene cada horizonte, principalmente al hierro, cuyo color varía según el estado de oxidación o el grado de hidratación; así como la materia orgánica, a medida que aumenta en el suelo se hace más oscuro su color (Castro, 1998). La determinación de color se realizó en seco y húmedo mediante el sistema de color de Munsell, la notación tiene tres cualidades o atributos: matiz, intensidad y croma. Los resultados obtenidos del suelo contaminado y no contaminado, presentan un color oscuro que oscila de [5Y 2.5/1 a 10 YR 2.1]

Tabla 6. Muestras de color SC y SNC



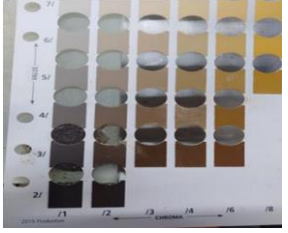
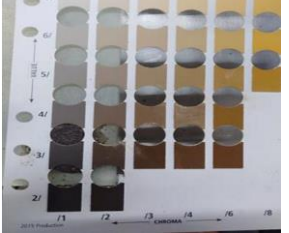
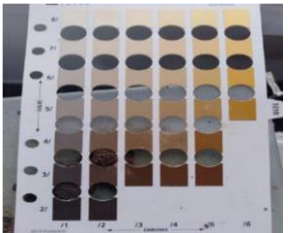
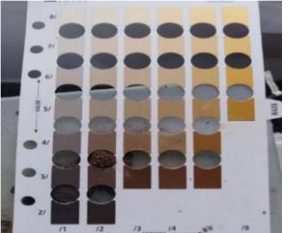
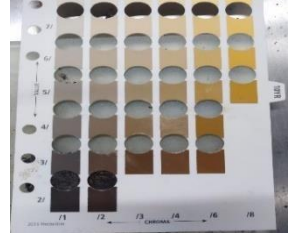
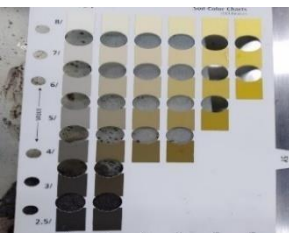
Muestra Color suelo contaminado	Notación Munsell (H V/ C) Color en Húmedo	Notación Munsell (H V/C) Color en seco	Muestra Color suelo no contaminado	Notación Munsell (H V/ C) Color en Húmedo	Notación Munsell (H V/ C) Color en seco
A 	7,5YR → 2,5/1 Black	10 YR → 2/1 Black	A 	7,5YR → 2,5/1 Black	10 YR □ 2/1 Black

Tabla 6. Continuación

	<p>10 YR → 2,2 ver dark brow-</p>	<p>10 YR → 3/1 dark gray</p>		<p>10 YR □ 2,2 ver dark brow-</p>	<p>10 YR □ 3/1 dark gray</p>
	<p>10YR → 3/2 very dark grayish Brown</p>	<p>10YR →2/1 Black</p>		<p>10YR □ 3/2 very dark grayish Brown</p>	<p>10YR □2/1 Black</p>
	<p>10YR → 3/2 very dark Brown</p>	<p>10YR → 2/1 Black</p>		<p>5Y → 3/2 Black</p>	<p>5Y → 2.5/1 Black</p>

NOTA: Relación parámetros físicos del suelo contaminado (SN) y el suelo no contaminado (SNC), por Vega, Y. (2019).

8.2.4. Relación parámetros físicos del suelo contaminado (SN) y el suelo no contaminado (SNC)

La relación del suelo contaminado respecto al suelo no contaminado, según los análisis elaborados, la textura de estos suelos son francos arenosos y se denomina “franco” por poseer los componentes minerales de arena, limo y arcilla, y arenosos por tener un alto porcentaje respecto a los otros componentes. La densidad aparente de estos suelos según los rangos de interpretación es baja, debido a que presentan un alto porcentaje de porosidad que oscila entre 45-50 (grafica 13-14). La densidad real de estos suelos muestran un resultado bajo, esto se debe al alto porcentaje de la materia orgánica. A medida que la materia orgánica aumenta la densidad real disminuye (Porta, López Acevedo, & Poch, 2013). El color de estos suelos es oscuro o presentan una coloración parda y es debido al contenido de

materia orgánica (Castro, 1998). Todos los parámetros físicos tuvieron una relación el uno con el otro para la determinación de este estudio.

Análisis ANOVA

Tabla 7. Análisis de varianza de la densidad Aparente.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0006075	1	0,0006075	0,12037649	0,740471592	5,987377607
Dentro de los grupos	0,03028	6	0,005046667			
Total	0,0308875	7				

NOTA: Resultado del Análisis de varianza, por Vega, Y. (2019)

Ecuación prueba de hipótesis

$$H_0 = \mu = \mu_1 = \dots = \mu_k$$

H_0 es la hipótesis nula

Se realizó el análisis de la densidad aparente de los dos tipos de suelo, utilizando la prueba de hipótesis con un nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), donde se puede concluir a partir de los valores obtenidos, mediante el uso del valor p cuyo resultado calculado, utilizando un ANOVA fue de (0.7), y en contraste con $\alpha = 0,05$ se acepta la hipótesis nula, donde se evidencia una igualdad entre las medias de la densidad aparente de los dos tipos de suelo sin importar las condiciones que tenga el terreno. Falta concluir que las densidades son iguales en suelo contaminado y no contaminado sin importar las condiciones que tenga el terreno.

Tabla 8. Análisis de varianza de la porosidad

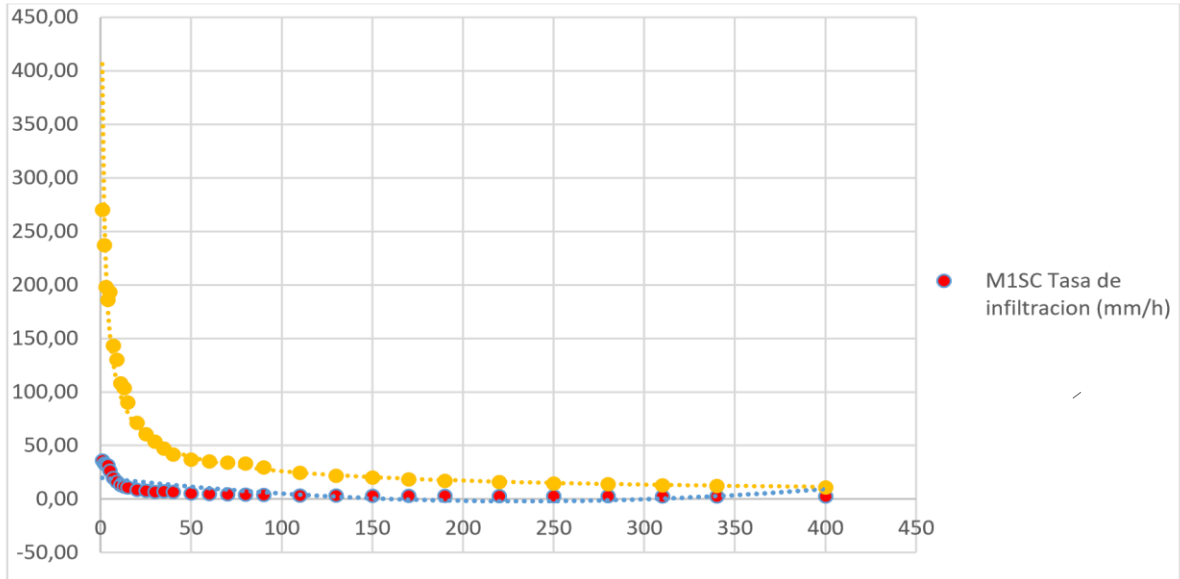
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	110,611201	1	110,611201	11,4017695	0,01491937	5,987377607
Dentro de los grupos	58,2073867	6	9,70123111			
Total	168,818588	7				

NOTA: Resultado del Análisis de varianza, por Vega, Y. (2019)

Se realizó el análisis de la porosidad de los dos tipos de suelo, utilizando la prueba de hipótesis con un nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), donde se puede concluir a partir de los valores obtenidos, mediante el uso del valor p cuyo resultado calculado, utilizando un ANOVA fue de (0.01), y en contraste con $\alpha = 0,05$ se rechaza la hipótesis nula, donde se evidencia una desigualdad entre las medias de la porosidad, esto puede ser a causa de las diferencias de los porcentajes de los componentes minerales de los dos tipos de suelos.

8.2.5. Pruebas con el anillo de infiltración del Suelo contaminado y suelo no contaminado.

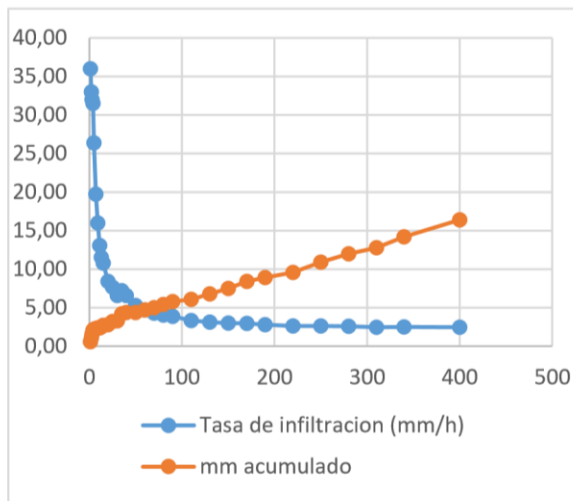
Se realizaron en total 8 ensayos de infiltración, 3 en los suelos de vocación ganadera y cinco en el suelo del botadero, por el método de Munz; se tomaron alrededor de 32 datos en cada ensayo, se registró la altura de descenso de agua de acuerdo al tiempo establecido en el formato. Inicialmente para ambos casos la velocidad de infiltración es alta (Gráfica 15), ocasionado por la resequedad del suelo, se debe tener en cuenta que el proceso de campo se llevó a cabo en época de verano, por lo cual el suelo presentaba déficit de humedad, pero al pasar el tiempo la velocidad se estabiliza, tornándose paralela al eje de las x. Dada la dificultad de visualizar y representar todos los datos en una sola gráfica, se escogieron 2 de las pruebas para cada tipo de suelo, se evidencia una marcada diferencia en la velocidad de infiltración entre los 2 suelos, como se visualiza en el grafico 15, donde la infiltración del suelo del botadero etiquetado con el código M1SC (puntos rojos) es menor que el suelo testigo, etiquetado con el código M3SNC (puntos amarillos).



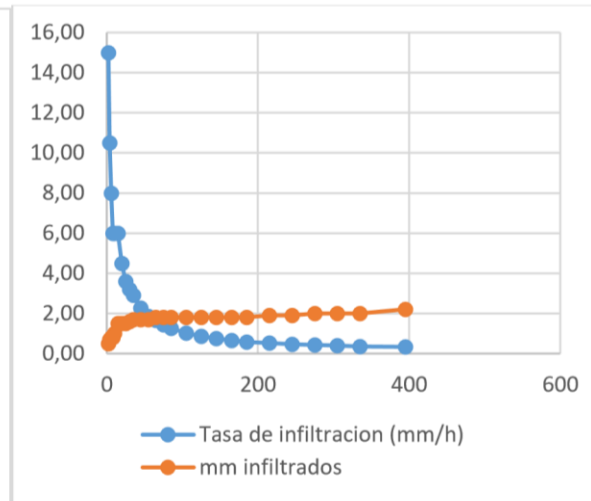
Gráfica 15. Comparativo de velocidad de infiltración de SC Y SNC, Por Vega, Y. (2019)

En las figuras 16 y 21 se plasma la velocidad acumulada de infiltración en color azul y la lámina de infiltración acumulada en color naranja para el suelo del botadero y el de uso pastoril respectivamente. Se evidencia que se presenta valores altos en la velocidad y por ende en la cantidad de agua infiltrada en los suelos testigos.

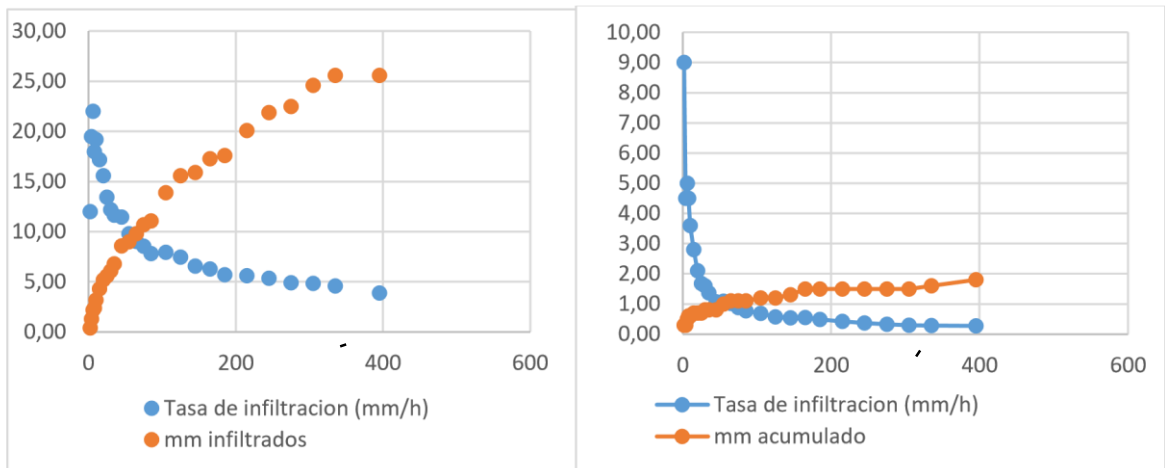
8.2.6. Análisis de velocidad de infiltración del SC y SNC por medio de los anillos de Munz.



Gráfica 16, Tasa de infiltración A, Por Vega, Y. (2019)

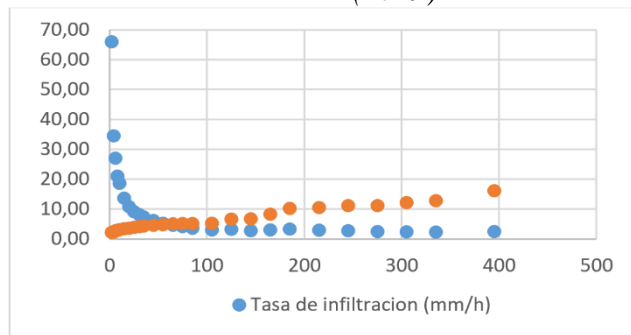


Gráfica 17. Tasa de infiltración B, por Vega, Y. (2019)

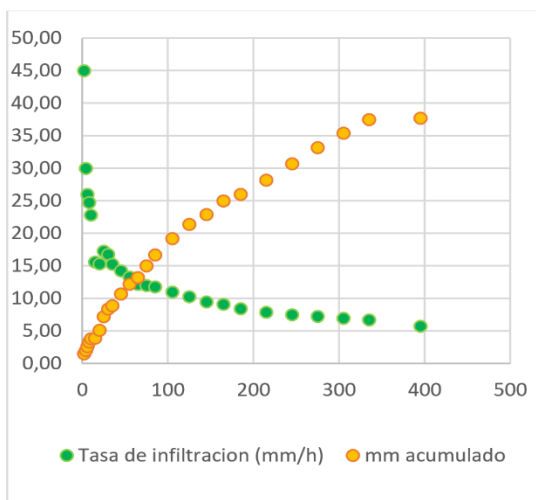


Gráfica 18, Tasa de infiltración C, , Por Vega, Y. (2019)

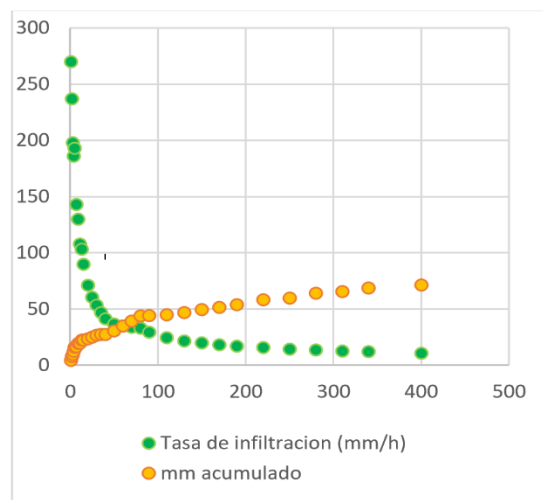
Gráfica 19. Tasa de infiltración D, por Vega, Y. (2019)



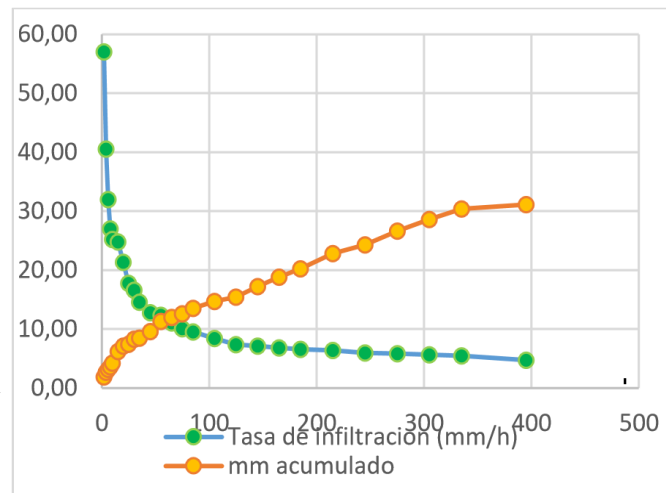
Gráfica 20. Tasa de infiltración E, Por Vega, Y. (2019)



Gráfica 21, Tasa de infiltración F, , Por Vega, Y. (2019)



Gráfica 22. Tasa de infiltración G, Por Vega, Y. (2019)



Gráfica 23. Tasa de infiltración H, Por Vega, Y. (2019)

La velocidad promedio de infiltración en los suelos del botadero oscila entre 1,8 mm/h y 16,4 mm/h a diferencia de la que se presenta en el suelo testigo que Fluctúan entre 31,1 mm/h y 71,14mm/h, en relación a la infiltración acumulada se presenta un valor ostensiblemente menor en el primer suelo que varían de 1,76mm a 10,41 a los 400 minutos acumulados en comparación a los que presenta el segundo suelo que se indica en la tabla 14, cuyos valores están entre 14,72mm y 73,6 mm.

Tabla 9. Valores de velocidad promedio.

Vocación o uso del suelo	Etiqueta	Tiempo acumulado (minutos)	Infiltración acumulada (mm)	Velocidad acumulada (mm/h)
Botadero a cielo abierto	M1SC	400	16,4	10,30
	M2SC	395	22	3,10
	M3SC	395	25,6	10,41
	M4SC	395	1,8	1,76
	M5SC	395	16,1	10,40
Ganadería	MISNC	395	31,1	15,49
	M2SNC	395	37,7	14,72
	M3SNC	395	71,14	73,6

NOTA: Resultado sobre velocidad promedio acumulada y lámina de infiltración de agua. MSNC (muestra de suelo no contaminado) y MSC (muestra de suelo contaminado), por Vega, Y. (2019)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de las propiedades físicas, resumidas en la tabla 15, se puede determinar que el suelo del botadero ha sido afectado por la disposición de los residuos sólidos, lo que ha contribuido en la disminución de la porosidad en un 16%, frente al suelo de vocación agrícola, presentando una calidad baja (ver tabla 16), el suelo testigo a pesar que se ha usado en ganadería, actividad que conlleva a la compactación de los suelos, presenta una porosidad satisfactoria (tabla 12) . Los resultados de laboratorio indican que en ambos casos los suelos son franco arenosos, pero los valores de densidad aparente en suelos del botadero y los de vocación ganadero registraron valores de 1,03 g/cm³ y 1,05 g/cm³, que corresponden a valores de un suelo arcillosos respectivamente (valores de literatura tabla 16) indicando que los suelos han perdido volumen (% de porosidad).

Relacionando los resultados del anillo de infiltración y los parámetros físicos (porosidad y densidad) ambos suelos presentan afectaciones por el uso que se le ha dado, siendo mayor en el suelo del botadero, presentando valores de infiltración bajas frente a los de ganadería.

Tabla 10, Parámetros de suelo contaminado y suelo no contaminado.

Parámetros	Suelo Contaminado	Suelo No contaminado
Densidad aparente g/cm ³	1,032	1,05
Densidad Real g/cm ³	1,875	2,18
Materia Orgánica %	4.0	3.9

NOTA: Resultados de suelo contaminado y suelo no contaminado, por Yessika Natalia Vega Galindo, 2019

Tabla 11. Valores normales

Naturaleza del suelo	Densidad Aparente g/cm³
Arenosa	1,40 – 1,60
Arcillosa	1,00 – 1,40
Orgánica	0,10 – 0,40
Ceniza Volcánica	0,60 – 0,90
Compactada	Mayor a 1,6

NOTA: Resultado de Densidad aparente adaptado (Castro C. E., 2013)

Tabla 12. Calificación de porosidad

Porosidad Total	(%) clasificación
>70	Excesiva
55 - 70	Excelente
50 - 55	Satisfactoria
40 - 50	Baja
<40	Muy baja

NOTA: Intervalos y calificaciones, por Vega, Y. (2019)

8.2.7. Resultado y análisis de las pruebas químicas del suelo contaminado y el suelo Contaminado.

Tabla 13, Parámetros

	Suelo Contaminado		Suelo no contaminado	
Textura %	F.A		F.A	
Materia orgánica(M.O)%	4.0	Medio	3.9	Medio
Carbón Orgánico(C.O)%	2,32	Medio	2,26	Medio
Nitrógeno total (N.T)%	0,2	Medio	0,2	Medio
Nitrógeno Disuelto (N.D)%	0,003	Bajo	0,003	Bajo
Fosforo (P)ppm	31,6	Alto	2,5	Bajo
pH 1:1	5,2	Fuertemente ácido	5,5	Fuertemente ácido

NOTA: Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los laboratorios de la Universidad de los Llanos, 2019

pH.

La acidez del suelo contaminado y no contaminado según la escala es fuertemente ácido (5,1–5,5) proviene de la presencia del hidrogeno, aluminio, hierro y azufre, que se presenta de los niveles medios a altos (el hidrogeno proviene de la descomposición de la materia orgánica; el aluminio y el hierro de la descomposición en los minerales) (Zapata Hernández, 2004).

La acidez depende de los iones de hidrogeno, según los resultados el pH del suelo no contaminado se disminuyó ligeramente cuando se creyó que debía aumentar por el incremento de los elementos que hacen parte de las bases (Calcio, Magnesio y potasio) es directamente proporcional, pero en este caso se disminuyó el pH debido a los elementos como (Hierro, aluminio, Manganeso y Azufre) cuando se oxidan tienen una reacción con el agua liberando iones de hidrogeno (Zapata Hernández, 2004). A esto se le denomina efecto buffer es cuando se encuentran dos situaciones una muy acida y una básica; La básica contra restra el efecto ácido generando una amortiguación de esa acidez. Existen varios minerales que ayudan a amortiguar los cambios en el pH. Por ejemplo, cuando está alto, ayudan los óxidos de calcio, magnesio y potasio, junto con los carbonatos. En cambio, cuando es ácido, se suministran óxidos de aluminio e hidróxidos de hierro. A niveles intermedios de pH, la materia orgánica del suelo, las reacciones minerales de intemperie y las reacciones de intercambio ayudan a amortiguar el suelo (CONtextogadero, 2018).

Fósforo.

El fósforo (P) se mueve muy poco en la mayoría de los suelos. Generalmente se mantiene en el lugar donde ha sido colocado por la meteorización de los minerales o por la fertilización. Muy poco (P) se pierde por lixiviación, aun cuando se mueve más libremente en suelos arenosos que en arcillosos. La erosión remueve partículas de suelo que contiene fósforo (P). Indica cuantas unidades de fósforo asimilable hay en un millón de unidades de suelo (Torres, 1997).

La reducción del pH del suelo (acidez) permite la descomposición de los minerales arcillosos y la consecuente liberación del Al y Fe. El P soluble en el suelo, sin importar que éste provenga de la apatita, fertilizante, estiércol o materia orgánica, forma compuestos con el Ca, hierro (Fe), aluminio (Al) y manganeso (Mn) o se enlaza con la superficie reactiva de ciertos minerales arcillosos como la caolinita, los óxidos de Al y Fe en suelos tropicales rojos y la alófana, imogolita y complejos de humus-Al en los suelos derivados de ceniza volcánica (Torres, 1997).

El suelo no contaminado en su contenido de fosforo (2,5) su rango es bajo, esto significa que los minerales del suelo no contienen este elemento y además la materia orgánica es pobre en dicho elemento.

Tabla 14. Parámetro de Aluminio

meq/100g Suelos	Suelo contaminado	Suelo no contaminado
Aluminio (Al)	0,15	1,5

NOTA: Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los laboratorios de la Universidad de los Llanos, 2019

Aluminio.

Cuando encontramos aluminios por debajo 1 meq/100g quiere decir que no encontramos problemas de toxicidad en este suelo. Cuando lo aluminios son de 1,0 meq/100g empezamos a tener problemas de toxicidad en este suelo. Cuando los aluminios están debajo de 1 meq/g es un indicador que relaciona algunos elementos (pH, Calcio; magnesio, fosforo, potasio) (Rojas, 1985)

El suelo contaminado tiene un resultado de 0,15 meq/100g, en este caso está por debajo de 1 meq/100g esto nos indica que el suelo tiene un alto contenido de bases como (el calcio, magnesio, potasio), debido a la baja solubilidad que presenta el aluminio en el suelo generado por los residuos de escombros.

Tabla 15. Elementos básicos

Básicos meq/100g suelos	Suelo Contaminado	Suelo no contaminado
Calcio (Ca)	8,75 Alto	2,00 Bajo
Magnesio (Mg)	16 Medio	0,01 Bajo
Potasio (K)	0,85 Alto	0,08 Bajo
Sodio (Na)	0,1 Nivel normal	0,03 Nivel normal

NOTA: Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los laboratorios de la Universidad de los Llanos, 2019

Magnesio.

En esquemas de producción intensivos fertilizados exclusivamente con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), el Mg se ha convertido en uno de los factores limitantes, debido al agotamiento en una gran cantidad de suelos. La absorción de Mg está influenciada por la cantidad del elemento disponible en la solución del suelo, el pH del suelo, el porcentaje de saturación de Mg en el total de la capacidad de intercambio catiónico, y tipo de suelo (Intagri, S.C., 2015). El suelo no contaminado presenta un bajo nivel de magnesio (0,01) debido que se presenta un pH ácido y por ser un suelo arenoso, el suelo presenta deficiencia en el Mg, producto de la lixiviación e interacciones antagónicas que se presenta con Aluminio (Al). El suelo contaminado presenta un nivel medio (16,0) esto se debe a la interacción con los elementos, estos elementos tienen un contenido alto en comparación del Mg y son más absorbidos que el Mg por esta razón su nivel es medio.

Potasio.

Es vital mantener niveles adecuados de K en el suelo porque este nutriente no se mueve mucho, excepto en suelos arenosos o en suelos orgánicos. Los resultados obtenidos de los dos tipos de suelos, donde el suelo no contaminado (1) presenta 0,08 meq/100g de potasio y el suelo contaminado (2) presenta 0.085 meq/100g. Se hace relación a estos dos factores para dos suelos con diferente capacidad de adsorción de potasio. Al incrementar la intensidad en ambos suelos, hay un incremento en la cantidad, pero para el suelo 1 la pendiente es mayor que para el suelo 2. Cuando se disminuye debido a remoción del elemento por la planta, la reducción de intensidad (I) es mayor para el suelo 2. Por tanto, el suelo 1 tiene mayor capacidad para mantener la concentración de potasio que el suelo 2, esto es, tiene una mayor capacidad buffer.

Los suelos ácidos en muchos casos han sido muy lixiviados, razón por la cual tienen un bajo porcentaje de saturación de bases. Es de esperarse que suelos ácidos altamente intemperizados

contengan bajas cantidades de estos elementos. Sin embargo, en suelos ácidos con arcillas 2: 1 y altas cantidades de polímeros de hidróxido de aluminio es posible que la elevación del pH disminuya la disponibilidad de potasio, debido a que en condiciones ácidas estos polímeros impiden la penetración del potasio entre las láminas arcillosas. Cuando se eleva el pH el aluminio se precipita en forma de Al (OH), y el potasio puede ser fijado, disminuyendo su disponibilidad (Silva F., Fertilidad de suelos - Diagnóstico y control, 2001)

Tabla 16. Elementos menores

Menores (ppm)	Suelo Contaminado		Suelo no contaminado	
Cobre (Cu)	2,35	Medio	0,9	Bajo
Hierro (Fe)	220	Alto	152,5	Alto
Manganeso(Mn)	8,15	Medio	6,85	Medio
Zinc (Zn)	4,7	Alto	0,45	Bajo
Boro (B)	0,72	Alto	0,99	Alto
Azufre (S)	45,23	Alto	6,48	Bajo

NOTA: Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los laboratorios de la Universidad de los Llanos, 2019

Hierro.

El pH es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la disponibilidad de este elemento y tiene una relación con otros elementos Exceso de P, Cobalto, incrementan la deficiencia de hierro. La materia orgánica Aplicación de abonos orgánicos mejora disponibilidad del Fe. Los resultados obtenidos para los dos tipos de suelos este elemento sobre sale por ser el que presenta valores muy altos, precisamente por ser un mineral común en nuestro medio (óxidos e hidróxidos de hierro). Se muestra la adsorción de equilibrio de boro en un suelo de clima frío de Cundinamarca (Typic Distrandept) y uno de los llanos Orientales (Oxic Dystroptet). En general el suelo derivado de cenizas volcánicas en donde hay presencia de alófana la adsorción fue más alta que en el suelo de los llanos Orientales, y en donde la adsorción básicamente es debida a la presencia de óxidos e hidróxidos de aluminio y hierro. (Silva F. , Fertilidad de suelos - Diagnóstico y control, 2001)

Manganeso.

En suelos ácidos constituye la toxicidad de Mn (Salinas, 1979). El Mn en suelos arenosos con baja capacidad de intercambio catiónico presenta deficiencias. Las deficiencias de Mn ocurren con más frecuencia en suelos con alto contenido de materia orgánica (Torrez, 1997). El suelo contaminado presenta un contenido medio de Mn (8,15) esto se debe al exceso de hierro, cobre, zinc y potasio. El suelo no contaminado tiene un nivel medio (6,85) esto se debe al alto contenido de hierro y de materia orgánica.

Azufre.

La materia orgánica del suelo es la principal fuente de S. Más del 95% del S encontrado en el suelo está retenido en la materia orgánica. Otras fuentes naturales incluyen residuos de animales, agua de irrigación y la atmósfera.

El suelo no contaminado presenta un nivel bajo (6,48) de azufre, este suelo es solo para uso ganadero rotativo y el suelo contaminado tiene un contenido alto (45,23) de azufre, debido que el compuesto de azufre se emplean en la manufactura de productos químicos, textiles, jabones, fertilizantes, pieles, plásticos, refrigerantes, agentes blanqueadores, drogas, tintes, pinturas, papel y otros productos. (Lenntech, 2019). El elemento azufre cuando se oxida forma ácido sulfúrico y ese ácido no permite el incremento, antes disminuye el pH.

Tabla 17, Capacidad de intercambio catiónico

Meq/100g Suelos	Suelo contaminado	Suelo no contaminado
CIC	16,0 Medio	13,5 Medio

NOTA: Resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los laboratorios de la Universidad de los Llanos, 2019

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se refiere al contenido de cargas negativas presentes en los suelos y son los encargados de retener los elementos de carga positiva, su valor de 13,5 meq/100gm de suelo no contaminado y 16,0 meq/100gm de suelo contaminado, evaluado por un contenido medio, permite inferir que su contenido es aportado por la materia orgánica, la cual se considera como un material importante para retirar iones y mantener la humedad en el suelo (Zapata Hernández, 2004). La CIC es aportada por residuos de cartón, periódico, maderas, además materiales biodegradables (poda y cascaras de frutas).

8.2.8. Relación parámetros químicos del suelo contaminado (SN) y el suelo no contaminado

1. Se observa que en gran medida se incrementaron en meq, los siguientes elementos el Ca 6.75; mg 15.99; K 0.77 y la CIC en 2,5 y en ppm se incrementaron los siguientes elementos: Cu 1.45; Fe 67.5; Zn 4.25; S 38.75.
2. Los elementos básicos como el Ca, Mg y K son aportados por escombros de construcción, los cuales contienen carbonatos de calcio, magnesio y potasio, también los huesos aportan a los elementos básicos.
3. La CIC es aportada por residuos de cartón, periódico, maderas, además de materiales biodegradables (poda y cascaras de frutas) Los elementos Cu, Fe, Zn y S, son aportados

por la descomposición, ocasionado como la oxidación de residuos especiales como neveras, televisores, ventiladores, pilas y aparatos electrónico.

8.2.9. Síntesis de los análisis fisicoquímicos de los suelos muestreados

En el tabla 18 hace relación a un cuadro comparativo de la información obtenida de los análisis físico realizados en ambos suelos, con el objetivo de identificar las semejanzas, diferencias y determinar la afectación por la vocación en cada uno de ellos.

Tabla 18. Relación propiedades física

Información o resultados	Suelo de estudio	Suelo testigo
Uso	Botadero	Ganadería extensiva
Propiedades físicas		
Textura	Franco arenosa	Franco arenosa
Arena %	68	72
Arcilla %	14	12
Limo %	18	16
Densidad Real g/cm ³	1,87	2,18
Densidad Aparente g/cm ³	0,97 a 1,13	0,96 a 1,1
Porosidad %	44,67	50,99
Color	Oscuros	Oscuros
Velocidad de infiltración mm/h	entre 1,8 mm y 16,4	Entre 31,1 y 71,14

NOTA: Descripción de las relaciones físicas de los suelos, Vega, Y. (2019)

Espacialmente los suelos son próximos, los separa un carretable de 3 metros de ancho, poseen en común los factores de formación como se mencionó en párrafos anteriores, pero poseen vocaciones diferentes, sobre ellos se realizan actividades que impacten negativamente como es el caso de la ganadería y el de disposición de residuos. De acuerdo a (Valenzuela Balcazar & Torrente Trujillo, 2013) Un suelo sufre degradación cuando existen cambios en los estados y en las propiedades fisicoquímicas y biológicas, dando a lugar un proceso degenerativo que conlleva a la disminución de la capacidad funcional, cambios que se hacen evidente en el suelo utilizado para botadero en relación al suelo con vocación ganadera; los resultados de laboratorio indican una disminución en el porcentaje de porosidad pasando de 50,99% a 44,67%, que a su vez origina una notables disminución en la velocidad de infiltración; en relación a la densidad aparente ambos suelos poseen valores cuya interpretación corresponde a una calificación de muy baja a baja (ver anexo 6), que junto con el análisis de porosidad está indicando que en el suelo objeto de estudio

se está generando compactación. En relación a la densidad real es mayor en el suelo testigo debido al alto contenido en el porcentaje de arena y disminuye en el suelo del botadero por la menor presencia de arena y el incremento de la materia orgánica.

Tabla 19. Relación propiedades químicas

Información o resultados	Suelo de estudio	Suelo testigo
Uso	Botadero	Ganadería extensiva
Propiedades químicas		
Materia orgánica	4,0	3,9
Carbón orgánico	2,32	2,26
pH	5,2	5,5
Capacidad de intercambio catiónico	16,0	13,5
Principales cationes		
Cationes ácidos Al	0,15	1,5
Cationes básicos Na	0,1	0,03
Nutriente primarios		
Nitrógeno Total	0,2	0,2
Nitrógeno Disuelto	0,003	0,003
Fosforo	31,6	2,5
Potasio	0,85	0,08
Elementos secundarios		
Calcio	8,75	2,00
Magnesio	16	0,01
Azufre	45,23	6,48
Micronutrientes		
Cobre	2,35	0,9
Hierro	220	152,5
Manganeso	8,15	6,85
Zinc	4,7	0,45
Boro	0,72	0,99

NOTA: Descripción de las relaciones físicas de los suelos, Vega, Y. (2019)

De acuerdo al mapa de suelos del Meta (IGAC,) corresponde a suelos del orden ultisoles, que se caracterizan por ser suelos ácidos (Jaramillo, 2002), en el caso concreto de la investigación el ph oscila entre 5.2 a 5.5 (suelos ácidos) presentando mayor acidez en el suelo del botadero, en estos tipos de ph el aluminio es abundante, pero como se indica en la tabla ninguno presenta toxicidad por el incremento de aluminio, el cual se disminuyó por el aporte de calcio producto de la disposición de huesos en el botadero, presentando valores de 8,75 meq/100g suelos (alto) en comparación a los suelos testigos que presentan valores bajos de 2 meq/100g, caso semejante sucede con el magnesio que posee un valor de 16 meq/100g (medio), bastante alto en relación al suelo testigo que presenta valor de 0,01 meq/100g (bajo) producto de la lixiviación por ser suelo con alto contenido en arenas y porosidad. Se indicó que la arcilla retiene el Mg de forma menos

resistente que el Ca, por lo que es lixiviado más fácilmente del suelo. A consecuencia de esto, los suelos con bajo contenido en magnesio son más comunes que los suelos con bajo contenido de calcio. Otro elemento asociado a la acidez son los valores altos que presentan ambos suelos y el incremento del hierro, que corresponde a valores altos.

Los valores medio de CIC (capacidad de intercambio catiónico) corresponde al tipo textural franco arenoso, siendo levemente superior en el suelo del botadero, producto del aporte de residuos de cartón, periódico, maderas, además de materiales biodegradables (poda y cascaras de frutas). La disposición de material orgánico ha incrementado la concentración de fosforo, potasio y Azufre.

8.3. Etapa III Formulación de estrategias de recuperación y uso del suelo objeto de estudio

8.3.1. Evaluación de los riesgos ambientales

En el desarrollo de la investigación se realizó un acercamiento al conocimiento de las condiciones y las características que posee el botadero y el impacto que ha generado al suelo, para plantear los criterios de recuperación se identificaron y evaluaron de forma somera el riesgo ambiental que está ocasionando al entorno, para ello se consideró los siguientes aspectos:

Las características de la zona de estudio: De acuerdo a los datos suministrados de forma oral por parte del secretaria de planeación que ha venido funcionando desde hace 9 años, por medio de un permiso otorgado al municipio de San Martín, por parte de la Corporación Autónoma Regional de la Macarena para disposición de residuos orgánicos (poda y césped); pero por las características del sitio, al no estar limitado por un encerramiento y tener vías de acceso, posee la facilidad de ingreso de todo tipo de personas, que continuamente han depositado todo tipos de residuos que ha generado un botadero a cielo abierto.

Las características texturales del suelo: De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio, se estableció que texturalmente corresponde a un suelo francoarenoso y dadas las condiciones de porosidad que va de alto a medio, características favorables para la infiltración de contaminantes generados en el botadero que pueden ocasionar la contaminación de acuíferos.

Impactos ambientales que se están ocasionando: Además de los impactos generados en el suelo, se pudo establecer afectaciones en la atmosfera producto de la descomposición y las quemas

indiscriminadas de los residuos ocasionando contaminación atmosférica y riesgo a la salud de la población.

Aspectos socioeconómicos: De acuerdo a las encuesta aplicadas y a la cercanía del barrio cuarto centenario, ubicado a 1,5 km del botadero y a las fincas circundante, se estableció que por falta de educación ambiental, desconocimiento del tipo de residuos que recoge la empresa de servicios y la moderada prestación de la empresa entre otros factores, impacten negativamente al medio ambiente y simultáneamente se encuentran afectados por la generación de los malos olores, la generación de plagas como ratas, zancudos, cucarachas y moscas, que causan enfermedades tanto a la población como a los animales.

8.3.2. Análisis del problema y formulación de alternativas de recuperación:

Para tener un sustento científico y alternativas que se han abordado en diferentes investigaciones y aplicado en la recuperación de suelos, referente a la problemática de este estudio, se realizó una revisión de estudios de casos y la aplicación de la DOFA, herramienta de análisis, que permitió el planteamiento de alternativas, a partir de las condiciones externas e internas y las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que se plasma en la Tabla 20.

Tabla 20. Matriz DOFA

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p align="center">MATRIZ DOFA PROYECTO: DIAGNÓSTICO DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN SUELOS USADOS POR LA DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, EN EL LOTE CAMELLÓN DE LAS CAMELIAS EN MUNICIPIO DE SAN MARTÍN META.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El municipio cuenta con un sitio y permiso para la disposición de material de poda y césped - La Alcaldía Municipal está dispuesta a fortalecer el manejo de los residuos en zonas aledañas al proyecto. - A partir de la encuesta se estableció que existen personas interesadas en participar en jornadas de reciclaje. - Existen rutas de recolección y barrido de residuos bien estructurados. 	<ul style="list-style-type: none"> - El sitio no cuenta con un encerramiento que impida el acceso a personal que arroja residuos permitiendo la expansión del botadero -Falta de actividades de concientización, promoción, reducción y reutilización de los residuos sólidos. - Falta de educación y cultura ambiental. - Algunos usuarios del área local no disponen los residuos en forma adecuada por los horarios establecidos por la empresa recolectora. - los Habitantes sienten desconfianza por la gestión del ente Municipal.

Tabla 20. Continuación

OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
<ul style="list-style-type: none"> - Campañas de sensibilización para el manejo de residuos, apoyado por el ente municipal. - Generación de empleo por actividades de reciclaje. - Puntos ecológicos en los barrios del municipio. - Leyes, campañas, programas, ordenanzas y proyectos que se encuentran a nivel local y nacional apoyando de manera constante la gestión de residuos sólidos. - Las personas que se encuentran dentro de la zona de influencia del proyecto son conscientes del impacto ambiental generado, esto sirve para fortalecer la conciencia ambiental que tienen frente a este problema. 	<ul style="list-style-type: none"> -Establecer de manera asertiva los lazos entre el ente municipal y la ciudadanía para fomentar los proyectos de vinculación, donde se vea beneficiado ambas partes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer programas de educación ambiental que vincule a la población para que de manera directa, sea fomentado el buen manejo de los residuos.
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> - El botadero a cielo abierto cada vez se extiende de manera no controlada, lo que generaría más problemas socio ambientales y de salud a las personas aledañas a la zona de estudio. - La falta de aplicación de planes de manejo integral de residuos sólidos existentes. -Quemas incontroladas - Elevada cultura de consumismo y desperdicios de tipo orgánico y aprovechable. - Impactos negativos en el suelo que ha ocasionado degradación del mismo. -Posible contaminación de acuíferos por las propiedades físicas del suelo (textura y porosidad). 	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitación y encerramiento del predio, para cumplir con el permiso otorgado y evitar la expansión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo y seguimiento a los planes de ordenanzas y manejo integral de estos residuos, independiente de los cambios que se hagan en el ente municipal.

NOTA; Descripción de las estrategias de la Matriz DOFA, por Vega, Y. (2019)

8.3.3. Etapa III. Formulación de estrategias

De acuerdo a los resultados de la encuesta se establecieron las siguientes alternativas:

- Se recomienda a la empresa de servicios públicos “CAFUCHES” realizar un seguimiento a la población y al gremio de transportadores (moto cargueros y tracción animal) que realizan disposición de los residuos sólidos en este lugar, de acuerdo a esto la empresa debería considerar una sanción (Ley 1259, 2008).
- Definir un sitio para el establecimiento de la escombrera municipal. (Anexo 20) y dar a conocer a la población los servicios de recolección de residuos especiales y Material peligrosos que brinda la empresa “CAFUCHES” (anexo 5)

De acuerdo a los resultados de obtenidos en la etapa de las pruebas fisicoquímicas se recomienda lo siguiente:

- La elaboración de un diagnóstico ambiental de las condiciones del botadero para establecer las medidas de control, mitigación de impactos y riesgos al ambiente y a la salud pública.
- Evitar las quemas en este lugar, ya que contienen plásticos, los humos son peligrosos y ocasionan una contaminación inexorable al aire que se dispersa de acuerdo con la fuerza y dirección de los vientos y afectaciones al sistema respiratorio de los habitantes.
- Los residuos de poda deberán ser triturados a efecto de reducir el volumen y acelerar el proceso de degradación biológica. (Anexo 20)
- Llevar a cabo un programa de eliminación de insectos, roedores de acuerdo con las indicaciones de la autoridad de salud. (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente (CEPIS), 2004).
- Se recomienda realizar estudios detallados relacionados con:
 - Pruebas fisicoquímicas del suelo a diferentes profundidades.
 - Afectaciones a la salud humana.
 - Determinas las concentraciones de metales pesados.
 - Diseño de planes de remediación sobre las condiciones existentes del terreno.
 - Determinación de acuíferos y las afectaciones por contaminantes provenientes del botadero por filtración de lixiviados.
 - Reforestación con árboles nativos con el propósito de proteger la biodiversidad de fauna y preservación del suelo (Moreno, 2018).
 - Manejo de la materia orgánica como fuente de energía para la comunidad edáfica y como material que, a través del humus, provee el soporte o medio aglutinante para la estabilidad de la estructura se lleva a cabo mediante:

- Maní forrajero, leguminosa utilizada como cobertura, además de ser un gran suplemento alimenticio, aporta nitrógeno.
- Desmodium: Leguminosa fijadora de nitrógeno, altamente recomendada para combinarla con gramíneas.
- Kudzú tropical o puero. Otra de las leguminosas que se destacan por su fijación del nitrógeno y aporte de proteínas para el ganado. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014)

De acuerdo a la matriz DOFA se establecieron las siguientes alternativas:

- Establecer de manera asertiva los lazos entre el ente municipal y la ciudadanía para fomentar los proyectos de vinculación, donde sea beneficiado ambas partes.
- Establecer programas de educación ambiental que vinculen a la población para que de manera directa, sea fomentado el adecuado manejo de los residuos y creación de gremios de recicladores.
- Realizar delimitación y encerramiento del predio, para cumplir con el permiso otorgado y evitar la expansión del botadero
- Monitoreo y seguimiento a los planes de ordenanzas y manejo integral de estos residuos, independiente de los cambios que se hagan en el ente municipal.

Conclusiones

- Se identificó que los aspectos que más generaban la inadecuada disposición de residuos sólidos por parte de la comunidad circundante es la falta de educación ambiental y la falta de disposición de sacar los residuos en el horario establecido por la empresa de servicios públicos de San Martín-Meta.
- Se evidencia por observación directa la disposición de todo tipo de residuos (aprovechables, peligros y especiales) en este lugar, igualmente quemas incontroladas a cielo abierto, ocasionando la emisión de contaminantes y generando un deterioro a la cobertura vegetal, por último se evidencio que los generadores más comunes en esta zona eran los gremios de moto cargueros y transporte de tracción animal.
- De acuerdo a los análisis físicoquímicos la calidad del suelo en el lote camellón de las Camelias en el Municipio de San Martín-Meta, se observó a gran medida un incremento de los elementos en las unidades de meq/100g del suelo contaminado respecto al suelo no contaminado, como el Calcio (Ca) incrementando a 6,75 y el Magnesio (Mg) incrementando 15,99, se observó un incremento de los elementos en partes por millón (ppm) del suelo contaminado respecto al suelo no contaminado, como el Azufre (S) incrementando 38,75 y Zinc (Zn) incrementando 4,25. Por lo anterior las condiciones del suelo son relativamente malas, debido a las actividades que se realizan como es la inadecuada disposición de los residuos sólidos en este lugar, los resultados presentan un alto contenido en las bases y elementos menores por los tipos de residuos como son los escombros, pilas, vidrios; como se indicó en el análisis de la encuesta.
- Los suelos contaminados tienen menor infiltración respecto a los no contaminados, debido a que el suelo del botadero ha sido afectado por la disposición de los residuos sólidos, lo que ha contribuido en la disminución de la porosidad en un 16%, frente al suelo de vocación agrícola, presentando una calidad baja.
- Se concluyó a partir de los resultados obtenidos que algunas estrategias que se pueden implementar para recuperar el suelo estudiado son: que la empresa de servicios públicos “CAFUCHES” realicen un seguimiento de la disposición de los residuos sólidos en este lugar, igualmente que esta empresa y la junta de acción comunal realicen campañas o programas que propugnen por el mejoramiento, conservación y restauración del medio ambiente y Reforestación con árboles nativos con el propósito de proteger la biodiversidad de fauna y preservación del suelo.

Referencias bibliográficas

- Alcaldía de San Martín de los Llanos. (2016). *Galerías de Mapas de San Martín - Meta*. Recuperado el 30 de 04 de 2018, de sanmartin-meta.gov.co: <http://www.sanmartin-meta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx#lg=1&slide=5>
- Arellano, J. (2011). *Introducción a la ingeniería ambiental*. México: Alfaomega.
- Castro, C. E. (2013). *Módulo de impacto ambiental en suelos*. Bogotá: Universidad de ciencias Aplicadas y ambientales (UDCA).
- Castro, H. E. (1998). *Fundamentos para el Conocimiento y Manejo de Suelos Agrícolas: Manual Técnico*. Tunja: Instituto Universitario Juan de Castellanos.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (2004). *Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. Lima, Perú: Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/040525.pdf
- Collazos, H. (2008). *Diseño y operación de rellenos sanitarios* (3a ed.). Bogotá: Escuela colombiana de ingeniería.
- Colomer Mendoza, F. J., & Gallardo Izquierdo, A. (2013). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. México: Editorial Limusa S.A.
- Consejo Municipal de San Martín de los Llanos. (27 de 05 de 2016). Plan de desarrollo Municipal "Formulando progreso y cohesión social para San Martín de los Llanos. *cuernos 06*. San Martín, Meta, Colombia: Alcaldía Municipal de San Martín de los Llanos. Recuperado el 11 de 04 de 2018, de <http://www.sanmartin-meta.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/PLAN%20DE%20DESARROLLO%202016-2019.pdf>
- CONTEXTOGANADERO. (1 de 11 de 2018). *Conozca en qué consiste la capacidad buffer del suelo*. Obtenido de Agronet - Ministerio de Agricultura: <http://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Conozca-en-qu%C3%A9-consiste-la-capacidad-buffer-del-suelo.aspx>
- Curso Virtual Ecolegios. (s.f.). *Contaminación ambiental causada por los residuos sólidos*. Recuperado el 18 de 04 de 2018, de minam.gob.pe:

virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_5_Primaria
_Grado_6_RESIDUOS_SOLIDOS_ANEXO4.pdf

Decreto 2981. (20 de diciembre de 2013). *Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No.49010. Obtenido de http://www2.igac.gov.co/igac_web/normograma_files/Decreto%202891%20de%202013.pdf

Diario El Portafolio. (17 de noviembre de 2018). Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla 17%. *El Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/colombia-solo-recicla-el-17-de-las-12-millones-de-toneladas-de-residuos-solidos-523236>

Galicia, V. (2011). *Qué es un botadero de basura a cielo abierto o basurero*. Recuperado el 13 de 4 de 2018, de es.scribd.com: <https://es.scribd.com/doc/51970419/Que-es-un-botadero-de-basura-a-cielo-abierto-o-basurero>

Gobernacion del Meta. (24 de 07 de 2017). *Formación en manejo de residuos sólidos en el municipio de Barranca de Upía*. Recuperado el 16 de 04 de 2018, de meta.gov.co: <http://www.meta.gov.co/web/blog/formaci%C3%B3n-en-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-en-el-municipio-de-barranca-de-up%C3%ADa>

Gracia, E. H. (2000). Canales y puertos colegio de ingenieros de caminos. En *Fundamentos del manejo de los residuos urbanos*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Higueras, L. G. (2010). Residuos sólidos, contaminación y efecto del medio ambiente en el municipio de la paz, creación de una norma específica que regule su tratamiento. *Tesis de grado*. La Paz, Bolivia: Universidad mayor de San Andrés. Recuperado el 28 de 04 de 2018, de <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12879/T3200.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ibarrarán, M., Islas, I., & Mayett, E. (2003). Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: estudio de caso. *Revista Gaceta Ecológica*(67), p. 69-82. Recuperado el 18 de 04 de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/539/53906706.pdf>

Ibonne Geaneth valenzuela Balcazar, A. T. (2013). *Ciencia del suelo*. Bogota: Offset grafico Editores .

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (1989). *Análisis de suelos; plantas; agua para riego*. Bogotá: ICA.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2014). *Manejo de Suelos Colombianos*. Bogotá: IGAC.
- Intagri, S.C. (2015). *El Magnesio en el Suelo y su Efecto en las Raíces*. doi:<https://www.intagri.com/articulos/suelos/el-magnesio-en-el-suelo-y-su-efecto-en-las-raices>
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. España: McGrawHill.
- Lenntech. (2019). *Propiedades químicas del Azufre - Efectos del Azufre sobre la salud – Efectos ambientales del Azufre*. Obtenido de [lenntech.es: https://www.lenntech.es/periodica/elementos/s.htm](https://www.lenntech.es/periodica/elementos/s.htm)
- Ley 1259. (19 de Diciembre de 2008). *Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 47.208. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2008/ley_1259_2008.pdf
- Ley 99. (12 de 12 de 1993). *Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 41.146. Recuperado el 17 de 04 de 2018, de www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf
- Lopez, N. (2009). *Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete – Córdoba. Tesis de grado*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 14 de 04 de 2018, de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf>
- Madero, E. E. (2013). *Ciencia del suelo*. Bogotá: Offser Grafico Editores.
- Marmolejo, L., Torres, P., Oviedo, E., Beboya, D., Amézquita, C., Klinger, R., . . . Diaz, L. (2009). *Flujo de residuos: Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales*. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 11(2), p.79-93. Recuperado el 18 de 04 de 2018, de http://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/download/2466/3216/

- Mendoza, M. X. (07 de 2016). Generación de residuos sólidos domiciliarios en el barrio 15 de marzo del cantón esmeraldas y su incidencia en la calidad ambiental. *Tesis de grado*. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica. Recuperado el 14 de 04 de 2018, de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/292/1/TMA92.pdf>
- Miranda, L. M. (2013). Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales. *Revista Producción + limpia*, 8(2), p.94-105. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v8n2/v8n2a10.pdf>
- Moreno, L. A. (2018). Propuesta para la implementación de una reforestación protectora en el predio la granja en la vereda valle grande abajo -municipio de Tenza Boyacá. *Tesis de grado*. Garagoa, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD. Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/17964/1/1010166514.pdf>
- Ochoa, M. (2016). *Gestión integral de residuos: análisis normativo y herramientas para su implementación*. Bogotá: Universidad del Rosario. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/reader.action?docID=5045517&query=botadero%2Ba%2Bcielo%2Babierto>
- Pinto, E. (03 de 07 de 2014). *Hacia una conciencia ambiental*. Obtenido de Artículos arbitrados: <https://www.redalyc.org/html/356/35602406/>
- Polo, J. C. (2013). El Estado y la educación Ambiental Comunitaria en el Perú. *Revista Acta Médica Peruana*, 30(4), p.141-147. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v30n4/a17v30n4.pdf>
- Porta, J., Lopez Acevedo, M., & Poch, R. (2013). *EDAFOLOGIA. Uso de suelos y protección de suelos*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Rincón-Ruíz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P., & Zuluaga, P. A. (2014). *Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (VIBSE), aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Obtenido de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32547/495.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, G. G. (1985). *El análisis de suelos, plantas y aguas para riego*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario.

- Romero, M. (s.f.). *Caracterización del nuevo esquema “basura cero” transporte de reciclaje en la ciudad de Bogotá*. Recuperado el 14 de 04 de 2018, de Artículo científico: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10988/1/Caracterizacion%20del%20nuevo%20esquema%20basura%20cero..pdf>
- Salinas, J. (Junio de 1979). *Adaptación de plantas a toxicidades de aluminio y manganeso en suelos ácidos*. Obtenido de Curso de Fertilidad de suelos: http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/14483.pdf
- Silva, F. (2001). *Fertilidad de suelos - Diagnóstico y control*. Bogotá : Guadalupe Ltda.
- Silva, F. (2001). *Fundamentos para la Interpretación de Análisis de Suelos, plantas y Aguas para riego*. Bogotá; D.C: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Silva, S. M., & Correa, F. J. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Revista Semestre económico*, p.13-34. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf>
- Solano, A. (2005). Capítulo II La contaminación del suelo. *Movilización de metales pesados en residuos y suelos industriales afectados por la hidrometalurgia del CINC*. Murcia, España: Universidad de Murcia. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/11036/Tasm03de16.pdf>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos* (Vol.I). Madrid: McGrawHill.
- Torrez, V. (1997). *Manual Internacional de fertilidad de suelos*. Quito: Instituto de la Potasa y el Fósforo AC INPOFOS. Obtenido de https://kupdf.net/download/manual-internacional-de-fertilidad-de-suelospdf_596bc417dc0d609d12a88e7e_pdf
- Zapata Hernández , R. (2004). *Química de la acidez del suelo*. Medellín: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/1735/1/9583367125.1.pdf>

Anexos

Anexo 1 Encuesta identificación a los barrios aledaños

Encuesta Identificación

- Factores Generales

Localidad Barrio _____

Edad _____

Sexo

F __ M __

¿Cuántos hijos tiene?

Número de habitantes (casa)

Estrato: Bajo 1 2 3 4 5 6 Alto

Grado de educación (elija 1)

Primaria __ Secundaria __ Técnico __ Profesional __ Otro ____

- Factores económicos

- Ocupación _____

- Ingreso _____

- Uso: Solo vivienda ____ Vivienda y otra actividad productiva asociada ____

- Tenencia de la vivienda.

• Propia __ Alquilada __ Familiar ____

• ¿Cómo dispone los residuos sanitarios?

1.1. Pozo séptico __ Letrina __ Alcantarillado __ Otro ____ No sabe ____

C. Factores de la empresa de aseo (Marque con una X su única respuesta)

1. ¿Cómo es el servicio de recolección de basura en su comuna? -

Deficiente __ Malo __ Aceptable __ Bueno __ Excelente __

2. ¿Cuántas veces a la semana y a qué hora pasa el camión de basura en su barrio?

4 _____
¿El carro de basura ha recogido todos sus

residuos? - Sí ____ No ____

5 De la pregunta anterior SI usted respondió NO ¿Cuáles son los residuos que no recogieron?

6 ¿Cómo dispone de los residuos orgánicos (poda de césped, vísceras)?

7 ¿Cómo dispone de los animales que perecieron (muertos)?

8 ¿Cómo dispone de los residuos de aceites (talleres, venta de empanadas, preparación de alimentos)?

9 ¿Cuándo usted no alcanza a sacar la basura el día y la hora que pasa el camión de basura que opción toma o de qué manera dispone los residuos?

10 Si hace reformas a su casa, ¿Cómo dispone de los escombros?

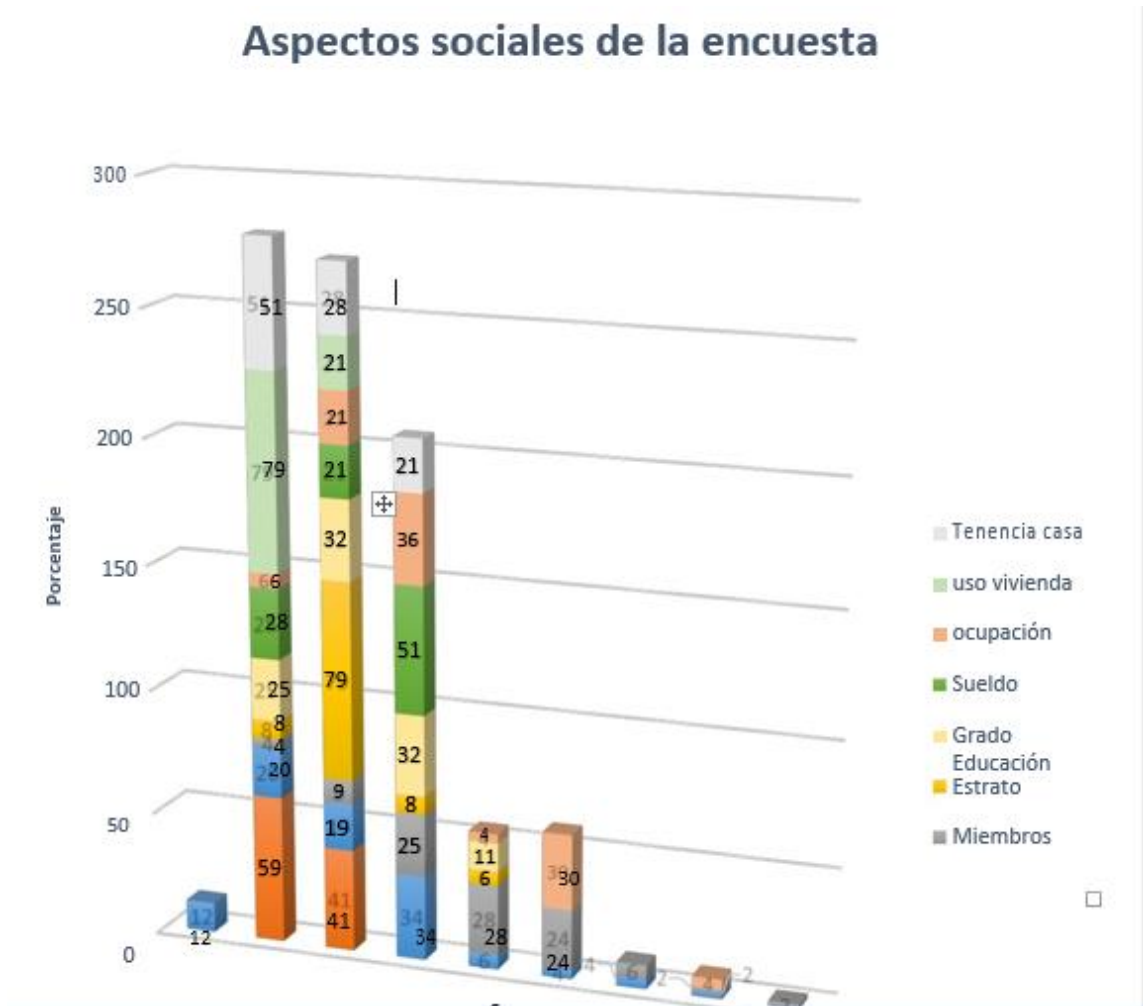
11 ¿La empresa CAFUCHES S.A tiene programas de sensibilización o realiza campañas para reciclar?

- Sí ___ No ___ No sabe ___
 - ¿Conoce el costo el cual usted asume por el servicio de aseo?
 - D. Factores culturales (Marque con una X su única respuesta)
 - ¿usted sabe o que entiende por reciclaje?
 - Reutilizar __Separar _Convertir_ No Sabe__
 - Califique de 1 a 5 el hábito o cultura de reciclar. Donde 1 es la calificación más baja y 5 la más alta.
 - ¿usted tiene conocimiento de que residuos sólidos se pueden reciclar?
 - Papel y cartón __ Vidrio __ Plásticos __ Aluminio __ Otros __ No sabe__
 - Califique de 1 a 5 Considera usted que reciclar es un beneficio. Donde 1 es la calificación más baja y 5 la más alta?
 - ¿Usted sabe a dónde van los residuos sólidos del Municipio?
 - Botadero__ Relleno sanitario __ Ríos __ Otros __ No sabe __

Encuesta barrio IV centenario y barrio piñalito



Anexo 2 . Aspectos sociales de la encuesta



Anexo 3. Encuesta gremios de moto cargueros y transporte tracción animal

1 ¿Que residuos se recolectan?

1. Residuos orgánicos (poda de césped, huesos, vísceras,)
2. Residuos electrónicos (Baterías, pilas, cables eléctricos)
3. Residuos domiciliarios (papel, cartón, vidrio,
4. Residuos de aceites (negocios automotrices, venta de empanadas, pinturas)
5. Residuos de construcción (escombros, maderas, rocas, cerámicas, ceniza)
6. Residuos agroquímicos (plaguicidas, insecticidas, herbicidas)

2 ¿Dónde recolecta los residuos y con que frecuencia hace la recolección?

1. Localidad _____ Barrio _____
2. Residenciales
3. Industriales
4. Institucionales
5. Hospitalarios

3 ¿Porque hace la recolección?

3. El carro no recoge esos desechos
4. Se olvidó sacar la basura y no quiere tenerlos en la casa
5. 4 ¿Dónde dispone los residuos?
6. En el basurero
7. En un potrero ¿Cuál?
8. En el rio
- 5 ¿Con que frecuencia arroja los residuos?

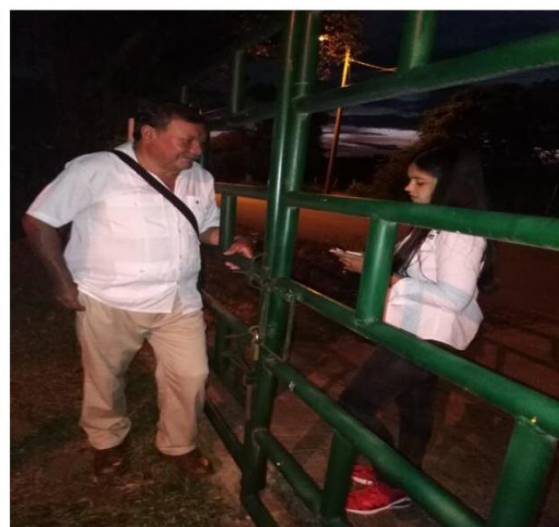
3. 1 vez al día
4. 2 veces al día
5. 4 veces al día
6. 5 veces al día
7. 7 veces al día
8. 10 veces al día

1. ¿Qué cantidad recoge aproximadamente en el día?

Encuesta transporte tracción animal y gremio moto carguero



Encuesta carnicería y Encuesta gremio moto cargueros



Anexo 4. Rutas de recolección del municipio de San Martín-Meta

	DEPARTAMENTO DEL META MUNICIPIO DE SA MARTÍN DE LOS LLANOS CAFUCHES S.A. E.S.P. NIT 900.636.529-9			
	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS A.A.A.			
	CORRESPONDENCIA			
	VERSION	FECHA	CÓDIGO	
01	16-04-2018	GAF-FO-009		

RUTA CARRO COMPACTADOR

CARRO RECOLECTOR	
MICRORUTAS Y MICRORUTAS DE RECOLECCION	DIAS
BATALLON	LUNES Y JUEVES
ANCIANATO	
GRANJA IRACA	
MOLINOS	
PLAZA DE MERCADO	
MATADERO	
IV CENTENARIO	
URBANIZACION SAN JOSE	
ALGARROBO	
CAMOA	
FUNDADORES	
ANDES	
PRADO	
CANAIMA	
11 DE NOVIEMBRE	
URBANIZACION PORTALES DEL LLANO	
MALVINAS	
MANANTIAL	
HOTEL MEDINA DE LAS TORRES	
LIBERTADOR	
FERIAS	
CAMPIÑA I	
CAMPIÑA II	
CAMPIÑA III	
ESCUELA RAUL	
CEIBA	
POLO CLUB	


Calle 6 Nro. 2-60 Barrio Los Fundadores, San Martín de los Llanos, Meta
 Tel(s): 6488778 Email: administracion@cafuches-sanmartin.gov.co
www.cafuches-sanmartin.gov.co

	DEPARTAMENTO DEL META MUNICIPIO DE SA MARTÍN DE LOS LLANOS CAFUCHES S.A. E.S.P. NIT 900.636.529-9			
	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS A.A.A.			
	CORRESPONDENCIA			
	VERSION	FECHA	CÓDIGO	
01	16-04-2018	GAF-FO-009		

GIRASOLES	
FELIX MARIA	
POLICIA	
POLO VERDE	
CAMELLON DE LAS AVILAS	
SENA	
CIUDADELA SAN MARTIN	
MAIPORE	
HOSPITAL	
PRIMAVERA	
VIVIR MEJOR	MIERCOLES Y SABADO
PEDRO DAZA	
CAFUCHES	
CANAIMA II	
VILLA ESPERANZA	
ANILLO VIAL	
CLUB NORTE	
FLORESTA	
CUADRILLAS	
VILLA LUZ	
EL OLIMPICO	
SAN JORGE	
MADRIGAL	
LOS MOLINOS	
PLANTA ELECTRIFICADORA	

Calle 6 Nro. 2-60 Barrio Los Fundadores, San Martín de los Llanos, Meta
 Tel(s): 6488778 Email: administracion@cafuches-sanmartin.gov.co
www.cafuches-sanmartin.gov.co

Anexo 5. Tabla Clasificación de los residuos solidos

Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplos	Imagen
Residuos no peligrosos	Aprovechables	<ul style="list-style-type: none"> •Cartón y papel (hojas, periódico, carpetas) •Vidrio (Botellas, recipientes) •Plásticos (bolsas, envases, tapas) •Residuos metálicos (Chatarra, tapas, envases) •Madera (guacales, palos, cajas) • Textiles (ropa, trapos) •Empaques compuestos (cajas de leche, cajas de licores, vasos y contenedores desechables) 	
	No aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> • Papel tissue (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias) •Huesos •Material de barrido •Materiales de empaque y embalaje sucio • Vidrio plano 	
	Orgánicos Biodegradables	<ul style="list-style-type: none"> • Poda de césped • Cascara de piña • Cascara de naranja 	
Residuos peligrosos		<ul style="list-style-type: none"> •Pilas • Aparatos eléctricos y electrónicos •Medicamentos vencidos 	
	Residuos especiales	<ul style="list-style-type: none"> •Escombros •Llantas usadas •Colchones •Muebles •Ventiladores •Televisores • Nevera 	

Anexo 6. Cálculos de los parámetros físicos del suelo contaminado (SN) y suelo no contaminado (SNC)

Muestra Lab N°	Textura Método Bouyoucos %				Porcentaje			Clase textura
	Lect	Temperatura	Lect	Temperatura	A	L	Ar	
	40"	°C	2h	°C				
S.C A.I.M#1	18	25°	12	25°	61,6	12	26,4	F.Ar.A
S.C A.I.M#2	13	24°	7	25°	72	12	16	F.A
S.C A.I.M#3	18	25°	11	26°	61,6	13	25,3	F.Ar.A
S.C A.I.M#4	10	25°	6	26°	77,6	7,1	15,3	f.A
S.C A.I.M#5	8	24°	3	22°	82	11,2	6,8	A.F
S.C Profundidad M#1	20	24°	12	26°	58	14,7	27,3	F.Ar.A
S.C Profundidad M#2	20	24°	12	26°	58	14,7	27,3	F.Ar.A

Densidad Aparente Método cilindro g/cm³ Suelo Contaminado (SC) y Suelo No Contaminado (SNC)

Muestra	Suelo Contaminado	Suelo No contaminado
1	1,13	1,09
2	1,01	0,96
3	1,07	1,1
4	0,98	
5	0,97	
PROMEDIO	1,03	1,05

Densidad Real Método picnómetro g/cm³ Suelo Contaminado (SC) y Suelo No Contaminado (SNC)

Muestra	Suelo Contaminado	Suelo No contaminado
1	1,875	2,32
2		2
3		2,23
PROMEDIO	1,875	2,183333333

Porosidad en % del Suelo Contaminado (SC) y Suelo No Contaminado (SNC)

N° Muestras	Suelo Contaminado		Suelo no contaminado	
	Porosidad	Clasificación	Porosidad	Clasificación
M1	39,2364032	Porosidad Media	53,1729181	Muy alta
M2	46,1211907	Porosidad Alta	48,6995649	Alta
M4	42,4602238	Porosidad media	51,1191227	Muy alta
M5	47,5229671	Porosidad Alta		
M6	48,0156007	Porosidad Alta		

Anexo 7. Tabla de rangos de los parámetros físicos



UNIVERSIDAD DE LOS LLAÑOS
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
 ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
LABORATORIO DE SUELOS

Tabla: 4 rangos densidad aparente g/cc.

VALORES	INTERPRETACION
< 1,0	Muy baja
1,0 - 1,2	Baja
1,2 - 1,5	Medias
> 1,5	Altas

Tabla: 5 rangos densidad real g/cc

VALORES	INTERPRETACION
< 1,0	Muy baja
1,0 - 2,0	Baja
2,0 - 2,5	Medias
2,5 - 3,0	Altas
> 3,0	Muy alta

Tabla: 6 rangos para interpretar porcentajes de humedad en el suelo.

VALORES	INTERPRETACION
< 1,0	Muy baja
1,0 - 1,5	Baja
1,5 - 2,0	Medias
2,0 - 2,5	Altas
2,5 - 3,0	Muy alta
> 3,0	Excesiva

Tabla: 7 interpretación rangos de la porosidad total.

VALORES	INTERPRETACION
< 25	Muy baja
25 - 35	Baja
35 - 45	Medias
45 - 50	Altas
> 50	Muy alta

INFILTRACION , cm/ hora	INTERPRETACION
< 1,0	Muy lenta.
1,0 - 1,5	Lenta.
1,5 - 2,0	Moderadamente lenta.
2,0 - 6,3	Moderada.
6,3 - 12,7	Moderadamente rápida.
12,7 - 25,4	Rápida.
> 25,4	Muy rápida.

Tabla: 2 interpretación de la estabilidad estructural de acuerdo al Diámetro de ponderado medio (DPM).

DPM, mm	INTERPRETACION
< 0,5	Inestable
0,5 - 1,5	Ligeramente estable
1,5 - 3,0	Moderadamente estable
3,0 - 5,0	Estable
> 5,0	Muy estable

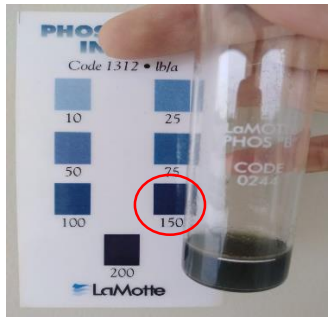

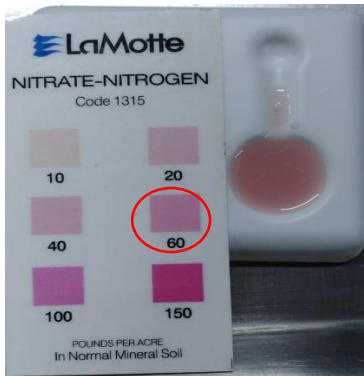
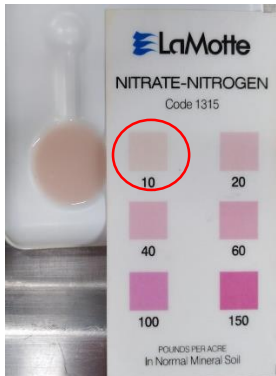
Tabla: 3 agrupación de clases texturales.

GRUPO TEXTURAL	TIPO DE SUELO	SÍMBOLOS
Gruesas	arenosos	A - AF
Moderadamente gruesas	franco con dominancia de arena	FA
Medias	francos	F
Moderadamente finas	francos con dominancia de arenas	FAR, FARL y FA
Finas	arcillosos	ArA, ArL y Ar

Anexo 8. Tabla de resultados de análisis químico por medio del kit de suelos Lamotte

Parámetro Suelo Contaminado	Resultado (Escala)	Parámetro Suelo No contaminado	Resultado (Escala)
Fosforo	150 Lb/a	Fosforo	75 Lb/a
Nitrato Nitrógeno	60	Nitrato Nitrógeno	10
Aluminio - Hierro	Very high -	Aluminio - Hierro	High -
Magnesio	Medium	Magnesio	Medium
Manganeso	Low	Manganeso	Sin escala
pH	5,2	pH	6,2

Anexo 9. Tabla análisis químico por medio del kit de suelos Lamotte

Parámetro Suelo Contaminado	Parámetro Suelo No contaminado
<p>Fosforo- Escala 150 Lb/a</p> 	<p>Fosforo- Escala 75 Lb/a</p> 
<p>Nitrato Nitrógeno</p> 	<p>Nitrato Nitrógeno</p> 
Aluminio - Very high	SNC – Aluminio – High



Hierro



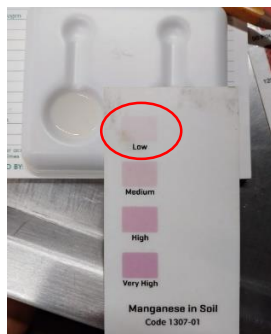
Magnesio - Medium



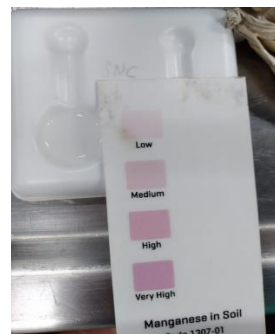
Magnesio – Medium

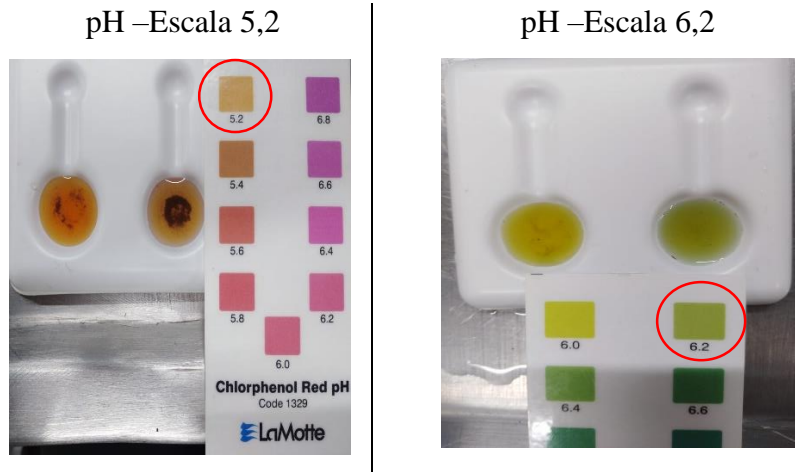


Manganeso - Escala Low




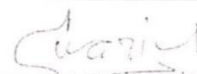
Manganeso – No cumple escala






Anexo 10. Resultados del suelo no contaminado en el laboratorio Unillanos

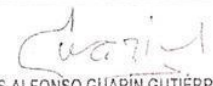
		UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-GAA-92																
		PROCESO GESTION DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PAGINA: 1 de 2																
FORMATO ENTREGA DE RESULTADO ANALISIS QUIMICO DE SUELOS				FECHA: 17/10/2012																
				VIGENCIA: 2012																
Fecha de recibido																				
Día Mes Año																				
18 03 2019																				
SOLICITANTE: DIAGNOSTICO DE LAS PROPIEDADES FISCOQUIMICAS DE UN SUELO CONTAMINADO Y NO CONTAMINADO POR RESIDUOS SOLIDOS																				
MUNICIPIO: SAN MARTIN			DEPARTAMENTO: META																	
FINCA:			VEREDA:																	
Muestra Lab. No.	Ident. de Campo	Text	M.O %	C.O %	N.T. %	N.D. %	P. ppm	pH 1:1	CATIONES meq/100g suelos					CATIONES (ppm)					CIC	
									Al	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B		S
162	Suelo No contaminado	F.A	3.9	2.26	0.20	0.003	2.5	5.5	1.50	2.00	0.01	0.08	0.03	0.90	152.50	6.65	0.45	0.99	6.48	13.50
Valoración			Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Fuertemente Acido	Probablemente no hay problema con el AL	Bajo	Bajo	Bajo	Nivel normal	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Bajo	Medio

M.O. Walkley black S: Fosfato monobásico de calcio Cationes: AcNH4 1N pH 7.0 Elementos Menores: DTPA. Al: KClIN Textura por Bouyoucos	B: en frío HCL 0.05 M P: Bray II pH 1:1 (Suelo : Agua)	 LUIS ALFONSO GUARÍN GUTIÉRREZ Director laboratorio de Suelos			Fecha de entrega		
					Día Mes Año		
					22 03 2019		

Km. 12 vía Puerto López, Vereda Barcelona, Tel. (098) 6516800, ext. 119; Villavicencio - Meta
E-Mail: laboratoriodesuelos@unillanos.edu.co

Anexo 11. Resultados del suelo contaminado en el laboratorio Unillanos.

		UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS		CÓDIGO: FO-GAA-82																
		PROCESO GESTIÓN DE APOYO A LA ACADEMIA		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 1 de 2																
FORMATO ENTREGA DE RESULTADO ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS				FECHA: 17/10/2012																
				VIGENCIA: 2012																
Fecha de recibido Día Mes Año 18 03 2019																				
SOLICITANTE: DIAGNOSTICO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE UN SUELO CONTAMINADO Y NO CONTAMINADO POR RESIDUOS SÓLIDOS																				
MUNICIPIO: SAN MARTÍN			DEPARTAMENTO: META																	
FINCA:			VEREDA:																	
Muestra Lab. No.	Ident. de Campo	Text.	M.O. %	C.O. %	N.T. %	N.D. %	P. ppm	pH 1:1	CATIONES meq/100g suelos					CATIONES (ppm)					CIC	
									Al	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B		S
161	Suelo contaminado	F.A	4.0	2.32	0.20	0.003	31.8	5.2	0.15	8.75	16.0	0.85	0.10	2.35	220.0	8.15	4.70	0.72	45.23	16.0
Valoración			Medio	Medio	Medio	Bajo	Alto	Fuertemente Ácido	Probablemente no hay problemas con el Al	Alto	Medio	Alto	Nivel normal	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio

M.O. Walkley black S: Fosfato monobásico de calcio Cationes: AcNH4, 1N pH 7.0 Elementos Menores: DTPA Al: KCHN Textura por Bouyoucos	B: en frío HCL 0.05 M P: Brey II pH 1:1 (Suelo : Agua)	 LUIS ALFONSO GUARÍN GUTIÉRREZ Director Laboratorio de Suelos	Fecha de entrega		
			Día	Mes	Año
			22	03	2019

Km. 12 vía Puerto López, Vereda Barcelona, Tel. (088) 6516800, ext. 119; Villavicencio - Meta
 E-Mail: laboratoriodesuelos@unillanos.edu.co

Anexo 12. Tabla de cálculos de infiltración del suelo contaminado I

Nº lectura	Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
	0			4,6	0		
1	1	1	4		0,6	0,6	36,00
1	1	2	3,5		0,5	1,1	33,00
1	1	3	3		0,5	1,6	32,00
1	1	4	2,5	4,6	0,5	2,1	31,50
1	1	5	4,5		0,1	2,2	26,40
2	2	7	4,4		0,1	2,3	19,71
2	2	9	4,3		0,1	2,4	16,00
2	2	11	4,3		0	2,4	13,09
2	2	13	4,2		0,1	2,5	11,54
2	2	15	4		0,2	2,7	10,80
5	5	20	3,9		0,1	2,8	8,40
5	5	25	3,5		0,4	3,2	7,68
5	5	30	3,4		0,1	3,3	6,60
5	5	35	2,5		0,9	4,2	7,20
5	5	40	2,3		0,2	4,4	6,60
10	10	50	2,3		0	4,4	5,28
10	10	60	2		0,3	4,7	4,70
10	10	70	1,7		0,3	5	4,29

10	10	80	1,3		0,4	5,4	4,05
10	10	90	0,9	4,6	0,4	5,8	3,87
20	20	110	4,3		0,3	6,1	3,33
20	20	130	3,6		0,7	6,8	3,14
20	20	150	2,9		0,7	7,5	3,00
20	20	170	2		0,9	8,4	2,96
20	20	190	1,5	4,6	0,5	8,9	2,81
30	30	220	3,9		0,7	9,6	2,62
30	30	250	2,6		1,3	10,9	2,62
30	30	280	1,5	4,6	1,1	12	2,57
30	30	310	3,8		0,8	12,8	2,48
30	30	340	2,4		1,4	14,2	2,51
60	60	400	0,2		2,2	16,4	2,46

Anexo 13.Tabla Suelo contaminado 2

Nº lectura	Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
7							
2	2	2	6,5		0,5	0,5	15,00
2	2	4	6,3		0,2	0,7	10,50
2	2	6	6,2		0,1	0,8	8,00
2	2	8	6,2		0	0,8	6,00
2	2	10	6		0,2	1	6,00
5	5	15	5,5		0,5	1,5	6,00
5	5	20	5,5		0	1,5	4,50
5	5	25	5,5		0	1,5	3,60
5	5	30	5,4		0,1	1,6	3,20
5	5	35	5,3		0,1	1,7	2,91
10	10	45	5,3		0	1,7	2,27
10	10	55	5,3		0	1,7	1,85
10	10	65	5,2		0,1	1,8	1,66
10	10	75	5,2		0	1,8	1,44
10	10	85	5,2		0	1,8	1,27
20	20	105	5,2		0	1,8	1,03
20	20	125	5,2		0	1,8	0,86
20	20	145	5,2		0	1,8	0,74
20	20	165	5,2		0	1,8	0,65
20	20	185	5,2		0	1,8	0,58
30	30	215	5,1		0,1	1,9	0,53
30	30	245	5,1		0	1,9	0,47

30	30	275	5		0,1	2	0,44
30	30	305	5		0	2	0,39
30	30	335	5		0	2	0,36
60	60	395	4,8		0,2	2,2	0,33

Anexo 14. Tabla Suelo contaminado 3

N° lectura	Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
				3,5			
2	2	2	3,1		0,4	0,4	12,00
2	2	4	2,2		0,9	1,3	19,50
2	2	6	1,3	3,5	0,9	2,2	22,00
2	2	8	3,3		0,2	2,4	18,00
2	2	10	2,5		0,8	3,2	19,20
5	5	15	1,4		1,1	4,3	17,20
5	5	20	0,5	3,5	0,9	5,2	15,60
5	5	25	3,1		0,4	5,6	13,44
5	5	30	2,6		0,5	6,1	12,20
5	5	35	1,9		0,7	6,8	11,66
10	10	45	0,1	3,5	1,8	8,6	11,47
10	10	55	3,1		0,4	9	9,82
10	10	65	2,3		0,8	9,8	9,05
10	10	75	1,4	3,5	0,9	10,7	8,56
10	10	85	3,1		0,4	11,1	7,84
20	20	105	0,3	3,5	2,8	13,9	7,94
20	20	125	1,8	3,5	1,7	15,6	7,49
20	20	145	3,2		0,3	15,9	6,58
20	20	165	1,8	3,5	1,4	17,3	6,29
20	20	185	3,2		0,3	17,6	5,71
30	30	215	0,7	3,5	2,5	20,1	5,61
30	30	245	1,7	3,5	1,8	21,9	5,36
30	30	275	2,9		0,6	22,5	4,91
30	30	305	0,8	3,5	2,1	24,6	4,84
30	30	335	2,5		1	25,6	4,59
60	60	395	2,5		0	25,6	3,89

Anexo 15. Tabla Suelo contaminado 4

N° lectura	Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
4,6							
2	2	2	4,3		0,3	0,3	9,00
2	2	4	4,3		0	0,3	4,50
2	2	6	4,1		0,2	0,5	5,00
2	2	8	4		0,1	0,6	4,50
2	2	10	4		0	0,6	3,60
5	5	15	3,9		0,1	0,7	2,80
5	5	20	3,9		0	0,7	2,10
5	5	25	3,9		0	0,7	1,68
5	5	30	3,8		0,1	0,8	1,60
5	5	35	3,8		0	0,8	1,37
10	10	45	3,8		0	0,8	1,07
10	10	55	3,6		0,2	1	1,09
10	10	65	3,5		0,1	1,1	1,02
10	10	75	3,5		0	1,1	0,88
10	10	85	3,5		0	1,1	0,78
20	20	105	3,4		0,1	1,2	0,69
20	20	125	3,4		0	1,2	0,58
20	20	145	3,3		0,1	1,3	0,54
20	20	165	3,1		0,2	1,5	0,55
20	20	185	3,1		0	1,5	0,49
30	30	215	3,1		0	1,5	0,42
30	30	245	3,1		0	1,5	0,37
30	30	275	3,1		0	1,5	0,33
30	30	305	3,1		0	1,5	0,30
30	30	335	3		0,1	1,6	0,29
60	60	395	2,8		0,2	1,8	0,27

Anexo 16. Tabla Suelo contaminado 5

Nº lectura	Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
7,6							
2	2	2	5,4		2,2	2,2	66,00
2	2	4	5,3		0,1	2,3	34,50
2	2	6	4,9		0,4	2,7	27,00
2	2	8	4,8		0,1	2,8	21,00
2	2	10	4,5		0,3	3,1	18,60
5	5	15	4,2		0,3	3,4	13,60
5	5	20	4		0,2	3,6	10,80
5	5	25	3,8		0,2	3,8	9,12
5	5	30	3,5		0,3	4,1	8,20
5	5	35	3,3		0,2	4,3	7,37
10	10	45	3		0,3	4,6	6,13
10	10	55	2,8		0,2	4,8	5,24
10	10	65	2,6		0,2	5	4,62
10	10	75	2,5		0,1	5,1	4,08
10	10	85	2,5		0	5,1	3,60
20	20	105	2,4		0,1	5,2	2,97
20	20	125	1	7,6	1,4	6,6	3,17
20	20	145	7,5		0,1	6,7	2,77
20	20	165	5,9		1,6	8,3	3,02
20	20	185	4		1,9	10,2	3,31
30	30	215	3,7		0,3	10,5	2,93
30	30	245	3,1		0,6	11,1	2,72
30	30	275	3,1		0	11,1	2,42
30	30	305	2	7,6	1,1	12,2	2,40
30	30	335	7		0,6	12,8	2,29
60	60	395	3,7		3,3	16,1	2,45

Anexo 17. Tabla Suelo no contaminado 1

N° lectura	Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
	0			4,6	0		
2	2	2	2,7		1,9	1,9	57,00
2	2	4	1,9		0,8	2,7	40,50
2	2	6	1,4		0,5	3,2	32,00
2	2	8	1		0,4	3,6	27,00
2	2	10	0,4	4,6	0,6	4,2	25,20
5	5	15	2,6		2	6,2	24,80
5	5	20	1,7		0,9	7,1	21,30
5	5	25	1,4		0,3	7,4	17,76
5	5	30	0,5	4,6	0,9	8,3	16,60
5	5	35	4,4		0,2	8,5	14,57
10	10	45	3,3		1,1	9,6	12,80
10	10	55	1,6		1,7	11,3	12,33
10	10	65	0,9	4,6	0,7	12	11,08
10	10	75	4		0,6	12,6	10,08
10	10	85	3,1		0,9	13,5	9,53
20	20	105	1,9	4,6	1,2	14,7	8,40
20	20	125	3,9		0,7	15,4	7,39
20	20	145	2,1		1,8	17,2	7,12
20	20	165	0,5	4,6	1,6	18,8	6,84
20	20	185	3,2		1,4	20,2	6,55
30	30	215	0,6	4,6	2,6	22,8	6,36
30	30	245	3,1		1,5	24,3	5,95
30	30	275	0,8	4,6	2,3	26,6	5,80
30	30	305	2,6		2	28,6	5,63
30	30	335	0,8		1,8	30,4	5,44
60	60	395	0,1		0,7	31,1	4,72


Anexo 18. Tabla Suelo no contaminado 2

Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
4,8						
2	2	3,3		1,5	1,5	45,00
2	4	2,8		0,5	2	30,00
2	6	2,2		0,6	2,6	26,00
2	8	1,5		0,7	3,3	24,75
2	10	1	4,8	0,5	3,8	22,80
5	15	4,7		0,1	3,9	15,60
5	20	3,5		1,2	5,1	15,30
5	25	1,4		2,1	7,2	17,28
5	30	0,2	4,8	1,2	8,4	16,80
5	35	4,3		0,5	8,9	15,26
10	45	2,5		1,8	10,7	14,27
10	55	1	4,8	1,5	12,2	13,31
10	65	3,8		1	13,2	12,18
10	75	2		1,8	15	12,00
10	85	0,3	4,8	1,7	16,7	11,79
20	105	2,3		2,5	19,2	10,97
20	125	0,1	4,8	2,2	21,4	10,27
20	145	3,3		1,5	22,9	9,48
20	165	1,2		2,1	25	9,09
20	185	0,2	4,8	1	26	8,43
30	215	2,6		2,2	28,2	7,87
30	245	0,1	4,8	2,5	30,7	7,52
30	275	2,3		2,5	33,2	7,24
30	305	0,1	4,8	2,2	35,4	6,96
30	335	2,7		2,1	37,5	6,72
60	395	2,5	4,8	0,2	37,7	5,73

Anexo 19. Tabla Suelo no contaminado 3


N° lectura	Tiempo	Tiempo acumulado	mm lectura	Enrase	mm infiltrados	mm acumulado	Tasa de infiltración (mm/h)
4,6							
1	1	1	0,1	4,6	4,5	4,5	270,0
1	1	2	1,2	4,6	3,4	7,9	237,0
1	1	3	2,6		2	9,9	198,0
1	1	4	0,1	4,6	2,5	12,4	186,0
1	1	5	0,9		3,7	16,1	193,2
2	2	7	0,3	4,6	0,6	16,7	143,1
2	2	9	1,8	4,6	2,8	19,5	130,0
2	2	11	4,3		0,3	19,8	108,0
2	2	13	1,7	4,6	2,6	22,4	103,4
2	2	15	4,5		0,1	22,5	90,0
5	5	20	3,3	4,6	1,2	23,7	71,1
5	5	25	3,1	4,6	1,5	25,2	60,5
5	5	30	3,1	4,6	1,5	26,7	53,4
5	5	35	3,9	4,6	0,7	27,4	47,0
5	5	40	4,4	4,6	0,2	27,6	41,4
10	10	50	1,5	4,6	3,1	30,7	36,8
10	10	60	0,3	4,6	4,3	35	35,0
10	10	70	0,1	4,6	4,5	39,5	33,9
10	10	80	0,1	4,6	4,5	44	33,0
10	10	90	4,4	4,6	0,2	44,2	29,5
20	20	110	3,8	4,6	0,8	45	24,5
20	20	130	2,6	4,6	2	47	21,7
20	20	150	1,9	4,6	2,7	49,7	19,9
20	20	170	2,7	4,6	1,9	51,6	18,2
20	20	190	2,3	4,6	2,3	53,9	17,0
30	30	220	0,2	4,6	4,4	58,3	15,9
30	30	250	3,1	4,6	1,5	59,8	14,4
30	30	280	0,2	4,6	4,4	64,2	13,8
30	30	310	3,1	4,6	1,5	65,7	12,7
30	30	340	1,4	4,6	3,2	68,9	12,2
60	60	400	2,1	4,6	2,5	71,4	10,7

Anexo 20. Permiso otorgado por Cormacarena.



LIBERTAD Y ORDEN

**CORPORACION PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
DEL AREA DE MANEJO ESPECIAL LA MACARENA
"CORMACARENA"
NIT. 822000091-2**



CORMACARENA

PM.GA 3.16.9127
Villavicencio

Señor
JOSE LEONARDO LESMES SANCHEZ
Secretario de Planeación Municipal
Alcaldía de San Martín de los Llanos
Carrera 5° No 4-75 Barrio Fundadores
San Martín Meta

AUTORIDAD AMBIENTAL EN EL DEPARTAMENTO DEL META

CONTRATO DE DEGRADACION

MUNICIPIO: SAN MARTIN DE LOS LLANOS NIT. 15424

ACCION: 12-12-16

FECHA: 12-12-16

NO. RESOLUCION: 3696

Asunto: Respuesta a solicitud Radicado No 3-866 del 14 de octubre de 2016

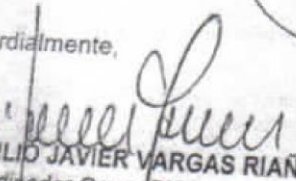
Reciba un cordial saludo,

A través de la presente misiva se autoriza la disposición de residuos de poda y rocería, proveniente de las zonas verdes del municipio de San Martín de los Llanos, en el predio denominado la Ceiba de conformidad a la solicitud elevada ante esta Corporación, lo anterior teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Los residuos de poda y rocería deberán ser triturados a efecto de reducir el volumen y acelerar el proceso de degradación biológica. Este proceso deberá ser realizado previa disposición.
2. Por ninguna circunstancia se podrá hacer la disposición en un lugar diferente al autorizado o en ronda hídrica o área protegida.
3. Se recomienda a la administración municipal definir un sitio para el establecimiento de la escombrera municipal.

Finalmente cabe mencionar que de necesitar hacer otra disposición de residuos de poda y rocería, la administración municipal deberá solicitar a esta Autoridad Ambiental autorización previa.

Cordialmente,



MANLIO JAVIER VARGAS RIAÑO
Coordinador Grupo Bióticos
Proyecto: Abg MLara
Regional Ariari
Revisó: Manlio Javier Vargas
Coordinador Grupo Bióticos.

MUNICIPIO DE SAN MARTIN DE LOS LLANOS

SECRETARIA DE PLANEACION

SECRETARIO: *Ducy*

FECHA: 12-12-2016

NO. RESOLUCION: 4104M

AUTORIDAD AMBIENTAL EN EL DEPARTAMENTO DEL META
Dirección: Carrera 35 No 25-57 San Benito- Villavicencio (Meta) - Colombia
PBX 6730420 - 6730417 - 6730418 Fax 6825731 LINEA PQR 6730420 EXT. 105
Línea Gratuita Nacional 018000117177

Anexo 21. Registro Fotográfico



Delimitación del terreno



Pruebas anillos de infiltración Suelo contaminado (SC) y suelo no contaminado (SNC)



Tamizado y calentamiento en horno a 105°C de las muestras de SC Y SNC





Textura al tacto.



Residuos de huesos

