

DIAGNÓSTICO SOBRE LAS CONDICIONES EXISTENTES EN EL RELLENO
SANITARIO NUEVO MONDOÑEDO, LOCALIZADO EN MOSQUERA
CUNDINAMARCA

FREDY ALBERTO BARRETO CEPEDA

Cód. 3020421516

ELKIN JESÚS ALFONSO GIL

Cód. 3020510146

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES

BOGOTÁ D.C

2018

DIAGNÓSTICO SOBRE LAS CONDICIONES EXISTENTES EN EL RELLENO
SANITARIO NUEVO MONDOÑEDO, LOCALIZADO EN MOSQUERA
CUNDINAMARCA.

FREDY ALBERTO BARRETO CEPEDA

Cód. 3020421516

ELKIN JESÚS ALFONSO GIL

Cód. 3020510146

DIRECTOR (E)

ING. JOSÉ DARIO GAVILANES

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES
BOGOTÁ D.C

2018

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. GENERALIDADES	12
1.1 TITULO	12
1.2 AUTORES	12
1.3 ASESORES DEL PROYECTO	12
1.4 LUGAR DE ELABORACIÓN	12
1.5 SEMILLERO	13
1.6 LINEA DE INVESTIGACIÓN	13
1.7 SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN	13
1.8 TIPO DE INVESTIGACIÓN	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	14
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. ANTECEDENTES	19
MARCOS REFERENCIALES	27
6.1 MARCO GEOGRÁFICO.	27
6.2 MARCO HIDROGRÁFICO	29
6.3 MARCO DEMOGRÁFICO	30
6.3.2 MÉTODO ARITMÉTICO	33
6.3.3 MÉTODO GEOMÉTRICO	35

6.3.4 MÉTODO EXPONENCIAL	38
6.3.5 PROMEDIO PROYECCIONES DE POBLACIÓN URBANA	40
6.4 MARCO CONCEPTUAL	41
6.4.1 RESIDUOS SÓLIDOS	41
6.4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	43
6.4.3 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	44
6.4.4 ETAPAS DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RESIDUOS SÓLIDOS	44
6.4.5 APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS S.	47
6.4.6 RECICLAJE	47
6.4.7 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS SEGÚN SU CALIDAD	48
6.4.8 ABONO ORGÁNICO	54
6.5 MARCO LEGAL	60
6. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	62
7.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	62
7.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
7.3 FASES	63
7.3.1 FASE 1. EJECUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	63
7.3.2 FASE 2. SISTEMA DE TRANSPORTE	64
7.3.3 FASE 3. DISPOSICIÓN FINAL	64
7.3.4 FASE 4. ENCUESTAS, ANÁLISIS Y RESULTADOS	65
7.3.5 INSTRUMENTOS	66
7.3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	66
7.3.7 PRESUPUESTO	69
7. RESULTADOS	70
7.1. ESTIMACIÓN DE CRECIMIENTO DE POBLACIÓN	70
7.2. PROCESOS INTERNOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN RELLENO SANITARIO NUEVO MONDOÑEDO	73
7.3. MODOS Y FRECUENCIAS DEL TRANSPORTE	76

7.3.1.	<i>MODOS Y LAS FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN Y SISTEMA TARIFARIO</i>	76
7.4.	DESCRIPCIÓN PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN	80
7.5.	CARACTERIZACIÓN FUENTE HÍDRICA – RIO BALSILLAS	87
7.6.	VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA NORMA	89
8.6.1.	MODO DE RECOLECCIÓN .	89
8.6.2	FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	89
8.6.3.	SISTEMA TARIFARIO	89
8.6.4.	TRANSPORTE	89
8.	CONCLUSIONES	91
9.	RECOMENDACIONES	93
10.	BIBLIOGRAFÍA	94
11.	ANEXOS	97

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Proyección de la población municipio de Sibate, método aritmético	35
Gráfica 2. Proyección de la población municipio de Sibate, método Geométrico .	36
Gráfica 3. Proyección de la población municipio de Sibate, método aritmético	39
Gráfica 4. Promedio de la Proyección de la población municipio de Sibate.....	41
Gráfica 5. Residuos per cápita y por hogar generados de 2012 a 2014	42
Gráfica 6, Contaminación debido al inadecuado manejo de los residuos sólidos en Sibaté.	43
Gráfica 4, Emisiones totales GEI obtenidas por la metodología Bottom –Up para Bogotá y Cundinamarca	59
Gráfica 8, Promedio de población de los municipios que depositan en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.....	72
Gráfica 9, Porcentaje de la prestación de servicios de recolección de sólidos en el municipio de Sibaté	80
Gráfica 10, Porcentaje Clasificación de los residuos sólidos en el municipio de Sibaté	80
Gráfica 11, Porcentaje de Capacitación en el manejo de las basuras.	81
Gráfica 12, Porcentaje de Clasificación del recipiente donde los usuarios manejan las basuras.	82

Gráfica 13. Porcentaje de Recolección de basuras en la entrada del domicilio de los usuarios	83
Gráfica 14, Porcentaje de Conocimiento de los depósitos de basuras.	84
Gráfica 15, Porcentaje Opinión de los usuarios sobre el servicio de recolección de basuras.	85
Gráfica 16, Opinión de los usuarios sobre el manejo de desperdicios en la prestación del servicio de recolección de basuras	86
Gráfica 17, Opinión general de los usuarios sobre el manejo del servicio de recolección de basuras	86

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa político de Cundinamarca con la localización del municipio de Bojaca.	27
Imagen 2. Mapa político de Cundinamarca con la localización del municipio de Sibaté.	28
Imagen 3, Generación y filtración de lixiviados.	56
<i>Imagen 3, Estudian nuevas tecnologías para tratar los residuos sólidos y lixiviados.</i>	57
Imagen 4. Planta para tratamiento de lixiviados Medellín	58
Imagen 5. Planta de tratamiento de lixiviados	58
Imagen 6, Soluciones de manejo de lixiviados, recirculación.....	59

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Distribución de la Población	30
Tabla 2. Proyección de población por el método de aritmético para el municipio de Sibaté Cundinamarca.....	34
Tabla 3, Proyección de población por el método geométrico para el municipio de Sibate Cundinamarca.....	37
Tabla 4, Proyección de población por el método exponencial para el municipio de Sibaté Cundinamarca.....	38
Tabla 5, Promedio de Proyecciones de población para los municipios que depositan los residuos sólidos en relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo.	40
Tabla 8, Valores Clase I, para fuentes hídricas.....	49
Tabla 9. Valores Clase II, para fuentes hídricas.....	50
Tabla 10. Valores Clase III, para fuentes hídricas.....	52
Tabla 11. Valores Clase IV, para fuentes hídricas	53
Tabla 12. Valores Clase V, para fuentes hídricas	54
Tabla 6, Normativa vigente en orden cronológico, para le Gestión de los Residuos Sólidos en Colombia.	60
Tabla 7. Fases de la investigación.	65
Tabla 8, Operacionalización de Variable.....	67
Tabla 9, Presupuesto para la financiación de la investigación	69
Tabla 10, Proyección de la población.....	70
Tabla 10, Continuación Proyección de la población.....	71

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es contribuir mediante la investigación a la identificación de los factores contaminantes que generan los vertimientos de los lixiviados provenientes de rellenos sanitarios a las fuentes hídricas de Cundinamarca, a partir del análisis fisicoquímico de la fuente hídrica (Rio Balsillas) antes del punto de descarga de los lixiviados y después de ésta, para describir la calidad de lixiviados generados y evaluar de esta manera los procesos internos realizados por la empresa Nuevo Mondoñedo a los residuos Sólidos.

Por otro lado, describir las condiciones y manejos dados a los residuos sólidos antes de ser recibidos por la empresa Nuevo Mondoñedo, con el fin de evaluar el interés y responsabilidad ambiental de la población frente al manejo de los residuos desde la fuente de origen.

Palabras Claves: Relleno Sanitario, lixiviados, impacto ambiental, vertimiento, fuentes hídricas, procesos

INTRODUCCIÓN

A través de los años los municipios de Colombia han venido creciendo desmesuradamente y esto implica un mayor consumo de bienes y servicios y una mayor generación de desechos urbanos, esto a su vez implica aumento progresivo en los sitios de disposición de residuos sólidos. Esta situación nos lleva a evaluar la problemática existente en el manejo de residuos sólidos y los procesos de los rellenos sanitarios en Colombia.

Por otro lado, es inminentemente necesario crear conciencia de la importancia que tienen las fuentes hídricas para el país, su contaminación no solo ocasiona un daño ambiental si no a su vez acorta la existencia del ser humano y la incidencia que tiene un adecuado manejo de los residuos sólidos desde la fuente de origen, la responsabilidad ambiental de la población frente al adecuado manejo de los residuos sólidos.

De aquí la importancia de actuar frente a esta situación y para tal fin estamos enfocando el presente proyecto a la comparación de las fuentes hídricas antes de recibir los lixiviados de un relleno sanitario y después de la descarga, para lo cual se realiza un análisis físico-químico a la fuente hídrica del río Balsillas, con este proceso vamos a demostrar la eficiencia de los procesos internos que lleva la empresa Nuevo Mondoñedo con el manejo de los residuos sólidos.

Este proyecto se desarrollará y entregará a la Universidad La Gran Colombia para optar el título de Ingeniero Civil.

1. GENERALIDADES

1.1 TITULO

DIAGNÓSTICO SOBRE LAS CONDICIONES EXISTENTES EN EL RELLENO SANITARIO NUEVO MONDOÑEDO, LOCALIZADO EN MOSQUERA CUNDINAMARCA.

1.2 AUTORES

FREDY ALBERTO BARRETO CEPEDA

ELKIN JESÚS ALFONSO GIL

1.3 ASESORES DEL PROYECTO

DIRECTOR (E) ING. JOSE DARIO GAVILANES

1.4 LUGAR DE ELABORACIÓN

Departamento: Cundinamarca

Sibaté - Cundinamarca, Enero- junio 2017

1.5 SEMILLERO

Hidrosostenible - UGC

1.6 LINEA DE INVESTIGACIÓN

Hidrotecnia

1.7 SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Suministro de agua y saneamiento básico

1.8 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es descriptiva tipo exploratorio

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente el planeta presenta un alto grado de contaminación ambiental, figurando entre las principales preocupaciones de la sociedad mundial, debido a los efectos sobre la salud pública. A través del tiempo se han identificado los impactos ambientales y sociales, a causa del manejo inadecuado de los residuos sólidos.

Las situaciones de manejo han permitido desarrollar técnicas a nivel mundial para disminuir la producción de desechos sólidos y aumentar el aprovechamiento de los mismos. En La Unión Europea, compuesta por 28 países, considerados de alto desarrollo económico como lo es Alemania, Dinamarca, Irlanda, Grecia, Francia, Italia, Chipre, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Austria, Finlandia y Reino Unido, desde el año 2007, según el informe Eurostat, han utilizado la incineración de los residuos sólidos y el aprovechamiento de gases y cenizas procedentes de este proceso, como energía. Esto ha permitido lograr un vertimiento controlado de los lixiviados a las fuentes hídricas ya que su producción ha disminuido a un 3%.¹

En la Unión Europea a pesar del uso de la incineración de los residuos sólidos, se sigue utilizando el reciclaje y el compostaje que en su proceso de aprovechamiento su impacto ambiental es mínimo. El compostaje es utilizado en la agricultura y la jardinería como abono y recuperación del suelo.

En Estados Unidos la tendencia a incinerar los residuos sólidos ha aumentado en los últimos años, Tom Frreyberg, editor en jefe de la publicación Waste Management World (El mundo del manejo de desperdicios), considera que las prácticas para el manejo de los desechos ha mejorado muchísimo y toma como ejemplo Puente Hills donde las capas de los desechos son separadas por membranas plásticas diseñadas para contener la mezcla de químicos nocivos y

¹PERONA, María. Tendencias en el tratamiento de residuos urbanos en Europa [en línea], febrero de 2016 [Revisado 5 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.vidasostenible.org/informes/tendencias-en-el-tratamiento-de-residuos-urbanos-en-europa>

evitar que se filtren al suelo, al lixiviado procedente de esta descomposición se recolecta después y se filtra para hacerlo seguro.

Para la descomposición natural de los materiales, se recolectan a través de una red de pipas y se incinera para generar electricidad, este metano produce cerca de 50 megawatts de energía, que es suficiente para 70,000 casas, de acuerdo con autoridades del condado de Los Ángeles.²

Actualmente en Colombia se está evaluando la posibilidad de utilizar nuevas tecnologías en los rellenos sanitarios, como lo es en Bucaramanga que debido a los grandes problemas ambientales que enfrenta el relleno sanitario Carrasco, se abrió una convocatoria donde una de las propuestas presentadas por la empresa Unión Vitaloide RSU, consiste en el procesamiento del 100% de los desechos orgánicos y su transformación en biocarbon.

Una de las propuestas la realizó la empresa Unión Vitaloide RSU, Héctor Muñoz Vaquero representante de la firma señaló que la tecnología que están ofreciendo procesa el 100 por ciento de las basuras, especialmente toma el desecho de origen orgánico y lo transforma en biocombustible y biocarbón, es decir que no se generarían ni gases ni lixiviados³.

La otra propuesta fue presentada por la empresa RWSERVIS, quien propone una tecnología mecánico biológico con patente Israelí, esperan que su propuesta sea innovadora para aplicarla en las condiciones del Carrasco⁴.

² GUIIERREZ Thelma, WEBSTER George. Ciudad Basura: Un recorrido por el relleno sanitario más grande de Europa. [en línea],17 de mayo de 2012 [Revisado 7 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://expansion.mx/planetacnn/2012/05/17/ciudad-basura-un-recorrido-por-el-relleno-sanitario-mas-grande-de-eu>.

³ RCN RADIO. Dos propuestas recibe la EMAB para aplicar una tecnología en el Carrasco. [en línea],08 de mayo de 2017 [Revisado 7 Junio 2017]. Disponible en internet: <http://www.rcnradio.com/locales/dos-propuestas-recibe-la-emab-aplicar-nueva-tecnologia-carrasco/>

En Colombia cada uno de los municipios realiza de manera autónoma el manejo integral de sus residuos sólidos, es decir, la recolección, transporte, y disposición final, debe ser regulado y gestionado por los mismos, bajo el cumplimiento de la normatividad que estipula la aceptación de los procesos en cada una de sus etapas.

La flexibilidad en la aplicación de las normativas por parte de las entidades competentes, en la supervisión y control de los residuos sólidos, así como la falta de recursos, ha sido una de las causas que han permitido que a través de los años, los rellenos sanitarios operen sin cumplir con la premisa de protección y cuidado del medio ambiente.

En el caso del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, donde se disponen los residuos sólidos provenientes de 78 municipios de Cundinamarca, el cual fue diseñado para operar hasta el año 2035. Actualmente se encuentra disponiendo residuos provenientes del relleno sanitario Doña Juana, lo cual varía las condiciones iniciales de diseño con relación a la cantidad de carga contaminante por la generación de lixiviados y al tiempo de operación del mismo. Lo anterior, con base en la información suministrada en la visita de campo realizada el 11 de octubre de 2017.

El presente estudio tiene como finalidad, establecer las condiciones físico-químicas del río Balsillas, en la zona de descarga de los vertimientos provenientes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo e indicar la eficiencia de los procesos que se llevan internamente en la planta.

La pregunta de investigación del presente proyecto es:

¿Cuáles son las condiciones físico-químicas de la fuente Río Balsillas, en la zona de descarga de los vertimientos provenientes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo?

3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación tiene como alcance, establecer las condiciones físico-químicas del afluente Río Balsillas, en la zona de descarga de los vertimientos provenientes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, con el fin de indicar la eficiencia de los procesos internos que se llevan a cabo en el relleno sanitario.

Lo anterior en respuesta a las inconvenientes en temas de funcionamiento del relleno los cuales han sido manifestados a través....."NOTICIAS, REFERENCIAS DE FUNCIONAMIENTO E INCONVENIENTES"

Uno de los problemas que suceden a la hora de llevar el residuo sólido entre el lugar de recolección y el relleno sanitario es el desorden en el servicio de transporte, más de cuarenta municipios de Cundinamarca, disponen sus basuras en el Nuevo Mondoñedo, y antes lo hacían en el relleno Mondoñedo, en este caso las basuras viajan grandes distancias entre el sitio de generación y el sitio de disposición final, causante de un caos en la gestión del transporte, haciendo un llamado a la creación de estaciones de transferencia de residuos. (Rodriguez, Londoño, & Giovanni., 2008)

Evaluada las condiciones actuales del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo y el cumplimiento con la normatividad se analizarán las falencias y fortalezas para la operación, manejo y tratamiento de los residuos sólidos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico de las condiciones existentes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, a partir del análisis físico-químico del río Balsillas en la zona de descarga de los vertimientos provenientes del relleno sanitario y de los procesos de recolección, transporte y disposición de los residuos sólidos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las condiciones físico-químicas del río Balsillas antes y después de la zona de descarga de los vertimientos provenientes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, para verificar el cumplimiento de la normatividad.
- Identificar los modos y las frecuencias de recolección, tipo de transporte y equipos empleados en el municipio de Sibaté, como referente del manejo de los residuos sólidos antes del ingreso al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.
- Describir los procesos realizados en la planta del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, para la disposición final de los residuos sólidos.

5. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de la investigación se realizaron consultas a diferentes fuentes de información secundaria, donde se encontró que a nivel nacional y haciendo énfasis en el departamento de Cundinamarca, la mayoría de sus municipios presentan grandes falencias en cuanto al manejo de los residuos sólidos, debido a que los rellenos sanitarios utilizados para la disposición final no contaban con ningún tipo de licencia y eran a cielo abierto.

Para el desarrollo de este proyecto se tuvo como base los siguientes antecedentes que involucran estudios descriptivos a sistemas de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos a nivel internacional y nacional.

Según la investigación realizada en la ciudad de Kampala capital de Uganda en África Central se realizó una optimización de la recolección y eliminación de residuos, donde el objeto fue realizar un estudio en cuanto al modo de transporte de los residuos sólidos, se lograron optimizar los tiempos de viaje y encontraron una alternativa para la entidad transportadora por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG), se escogieron las mejores rutas con menores tiempos de viaje y se optimiza de manera eficiente el servicio de recolección, adicional se contempló realizar la construcción de un relleno más cercano, pero no fue la mejor alternativa desde el punto de vista ambiental. Se llega a la conclusión de que era más eficiente optar por el SIG, contribuyendo con la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, disminución de costos de mano de obra y reducción en los costos de operación.⁵

El aporte que se obtiene para la investigación es la importancia que se le debe dar al manejo de los tiempos y rutas seleccionadas para la actividad de recolección y disposición final de los residuos sólidos, ya que por medio de sistemas de información geográfica SIG se puede predecir la mejor alternativa para la ruta a realizar lo que conlleva a una mejora del sistema en cuanto a

⁵ KINOBE, BOSONA, GEBRESENBET, NIWAGABA, VINNERAS. Optimization of waste collection and disposal in Kampala city. Holanda: 2010, P. 126 – 137.

ahorros de tiempo, menor consumo de combustibles, menor deterioro de los equipos utilizados y menos emisiones de gases contaminantes. Dicha alternativa puede ser viable en ciudades con problemas de congestión vial o para trayectos largos como en este caso puede ser el botadero Nuevo Mondoñedo, este es un modo adicional de organización y eficiencia del sistema alcanzando ahorros significativos los cuales se reducen finalmente a costos de operación y mantenimiento.

La investigación de Ajay Kumar y otros realizada en la ciudad de Pune en la India, presenta el manejo de residuos sólidos donde son llevados desde diferentes regiones hasta las plantas de tratamiento, según el estudio “Es indispensable utilizar campañas de sensibilización al usuario y un sistema de monitoreo las 24 horas al día para observar el comportamiento de los ciudadanos”,

En esta investigación se demuestra que los desechos orgánicos son de gran provecho y pueden ser usados como fuente de generación de dinero, inclusive pueden ser generadores de empleo, por lo tanto, cabe resaltar que de estos desechos se puede obtener biodiesel, etanol de combustible, electricidad, abonos para cultivos, entre otros.

Donde “lo que no es reutilizable se incinera o es llevado a un relleno sanitario, como conclusión principal fue que los desechos no se deben considerar como desechos inservibles sino por el contrario pueden ser una fuente importante para la humanidad.”⁶

El aporte a la investigación se emplea en la importancia que tiene el buen manejo de los residuos sólidos, se pueden convertir en una importante fuente de ingreso económico a las familias de Sibaté, el reciclaje contribuye al desarrollo del municipio, especialmente para población vulnerable que dependen de esta actividad para vivir.

⁶ AJAY Kumar, Sony; DEEPAK, Patil y KULDEEP, Argade. Procedia Environmental Sciences 35. 2016, P.119-126

Para el caso de Colombia, específicamente en el municipio de Cundinamarca se otorgó la licencia ambiental de funcionamiento mediante la resolución número (1670) del 01 de septiembre de 2009 la cual modificó la resolución No. 684 del 03 de junio de 2005 al relleno sanitario nuevo Mondoñedo. Este relleno tiene como finalidad la prestación del servicio de disposición final de los residuos sólidos de los municipios o departamentos que lo requieran, cumpliendo con toda la normatividad vigente y así mismo realizando una correcta eliminación residuos sólidos, además de realizar el tratamiento a los lixiviados por osmosis inversa lo que permite que al llegar a los suelos y a las fuentes hídricas no genere algún tipo de contaminación⁷.

En la misma línea, en la ciudad de Bogotá, Rodríguez desarrolló una investigación llamada estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en los procesos de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos en la cabecera municipal de Villagómez Cundinamarca, la cual describe y explora los escenarios existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos y concluye en que es necesario construir una planta en el municipio.

La contribución de esta investigación mostró que el municipio no cuenta con un relleno sanitario propio ni con plantas de tratamiento de residuos sólidos, por tal razón los residuos son trasladados al Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo sin tratar, sin embargo en julio de 2006 el municipio elaboró el PGIRS (Plan Integral de Residuos Sólidos) donde se propusieron tres alternativas “la primera; planta Integral municipal más disposición final en Nuevo Mondoñedo, la segunda, planta integral más disposición final en Relleno Sanitario Municipal y la tercera Relleno Sanitario Municipal únicamente, en la evaluación de las alternativas se consideraron los ámbitos técnico, social, financiero, ambiental e institucional”. Con relación a los distintos elementos la opción más factible fue la primera, los residuos sólidos que se generan en la cabecera municipal del municipio fueron aprovechados en la planta de manejo del municipio. “En el año 2006 no se pudo, se iba a iniciar la construcción de la Planta Integral y no se pudo por problemas económicos en el municipio. Actualmente se tiene planeado que para el gobierno entre 2012 – 2015 este debería estar terminado.”⁸ Es un pilar fundamental para esta investigación, muestra la importancia de los rellenos sanitarios como un

⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL RESOLUCIÓN NÚMERO (1670) 01 de septiembre de 2009

⁸ RODRIGUEZ, Mónica María. Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en los procesos de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Villagómez- Cundinamarca. Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá: 2012.

método para la disposición de los residuos sólidos en el suelo sin causar daños al ambiente y sin causar peligros a la salud; manejando principios de ingeniería para internar las basuras en un área pequeña, reduciendo su volumen al mínimo posible y cubrir así los residuos depositados con una capa de tierra. Este sistema se puede utilizar en el Municipio de Sibaté.

Como referente importante para el correcto desarrollo de este proyecto es de vital importancia resaltar del proyecto investigativo realizado por Caro y Zulima en Bogotá (2012), denominado: Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en los procesos de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos en la cabecera municipal de San Cayetano Cundinamarca.

Donde igual que en el proyecto de Rodríguez se exploran y se describen las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos en la cabecera municipal de San Cayetano Cundinamarca. Esta propuesta recomienda que se agilice el proyecto que está en proceso de la Planta de Tratamiento de los residuos sólidos del municipio, para que cubra las necesidades en el reciclaje, obteniendo resultados importantes en la reducción y aprovechamiento de los residuos que se generan. Como conclusión los autores recomiendan a la alcaldía del municipio, la rehabilitación y el mantenimiento de las vías de acceso al municipio, es una actividad que debe tener prioridad alta, puesto que es una de las razones por las cuales no se ha dado un desarrollo a un buen nivel de la zona en general y el aislamiento del municipio es notable en todos sus sentidos⁹. Se muestra lo indispensable que es tener buenas vías de acceso a los lugares de recolección y disposición final de los residuos sólidos, mejorando los tiempos y ampliando las zonas a beneficiar.

También cabe sobresalir y tener en cuenta el estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en los procesos de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos en la cabecera municipal de Yacopí Cundinamarca.

⁹ CARO, Martínez y Leidy Zulima. Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en la cabecera municipal de San Cayetano Cundinamarca. Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá; 2012.

Mediante la investigación la autora examinó y puntualizó en las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos en la cabecera municipal de Yacopí (Cundinamarca).

Se llegó a la conclusión de que mientras no se cuente con una planta de tratamiento de residuos o un micro relleno, el municipio deberá tener métodos de aprovechamiento de las basuras, con personal calificado para tal actividad, los cuales deberán educar a los habitantes para que realicen en sus hogares algún tipo de reciclaje y saquen buen provecho del mismo, manifiesta Aldana que “los vehículos deben ser propios y suficientes para hacer la recolección en un solo día, el municipio deberá hacer la recolección dos veces en la semana con la volqueta que se dispone en este momento.”¹⁰

El estudio descriptivo sobre la gestión y manejo de residuos sólidos realizado en Nocaima Cundinamarca, realizado por Téllez permite comprobar que los procesos de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos realizados por la empresa UASPUN es apta y adecuada, “cumplen con la normatividad ambiental, legislación e infraestructura, además el personal y la comunidad son capacitados en temas relacionados con el reciclaje y este a su vez es un ingreso para el municipio.”¹¹

En el municipio de Pacho Cundinamarca se realizó el estudio descriptivo al proceso y gestión dado a los residuos sólidos, este permitió mostrar las deficiencias especialmente en la disposición final, generando un sobre costo al tener que evacuarlos hasta el relleno sanitario Nuevo Dorado. Por otro lado “el personal con el que cuenta la empresa de servicios del municipio no logra cubrir con la demanda para la recolección y como el municipio no cuenta con el apoyo

¹⁰ ALDANA, Francisco. Estudio descriptivo sobre las características existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de Yacopí Cundinamarca. Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá: Diciembre de 2010.

¹¹ TELLEZ, Johana. Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de Nocaima Cundinamarca, Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá: Noviembre 2010.

de recicladores, todos los residuos van para el botadero perdiendo el aprovechamiento que se le pueden dar a estos.”¹²

El relleno sanitario Nuevo Mondoñedo entró en funcionamiento en Enero del año 2007, después de que el ministro de ambiente Juan Lozano verificará que este relleno cumplía con las condiciones de infraestructura y equipos de operación que permitieran recibir los residuos sólidos de los municipios de Cundinamarca y suplir las necesidad sanitaria generada en el relleno sanitario Doña Juana y del relleno de Mondoñedo por los inadecuados manejos de los residuos sólidos.¹³

Según el diario Portafolio el relleno sanitario de nuevo Mondoñedo se construyó con una inversión de 4.000 millones de pesos, se inauguró a principios del año 2007, Cundinamarca puso al servicio el relleno sanitario, considerado como el complejo ambiental más moderno del país que pretende brindar una alternativa técnica de disposición final de basuras, mejorar la calidad de vida de los cundinamarqueses y frenar la problemática ambiental. El lote abarca 76 hectáreas¹⁴.

Es importante recalcar que el relleno sanitario ofrece actualmente descuentos a los municipios que entreguen sus residuos orgánicos separados.

Al ser visitado por la Secretaria de Ambiente de Cundinamarca al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo se ha revisado sobre los avances en la implementación de tratamientos complementarios a los lixiviados producidos por los residuos los cuales son dispuestos por aproximadamente 78 municipios del departamento.

¹² BEJARANO, Leonardo. Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de Pacho Cundinamarca. Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá: Agosto 2009.

¹³ EL TIEMPO. Relleno sanitario Nuevo Mondoñedo empezará a recibir hoy basuras de 40 municipios de Cundinamarca [en línea], 11 de Enero de 2007 [Revisado 10 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3396339>.

¹⁴ PORTAFOLIO. Ambiente inauguran un nuevo botadero de basura. [en línea], 17 de Enero de 2007 [Revisado 13 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/ambiente-inauguran-nuevo-botadero-basura-339932>

Según Marcela Orduz “Desde la Secretaría se ha trabajado con las administraciones municipales en la importancia de realizar procesos de separación que contribuyan al mejoramiento de la recolección de los residuos. Con estos avances tecnológicos que nos presenta hoy Nuevo Mondoñedo, mediante el funcionamiento de un sistema de aireación, un reactor anaerobio de flujo ascendente y una planta de ósmosis inversa de alta presión, se puede completar el tratamiento de los lixiviados que se realiza actualmente mediante dos plantas de ósmosis, tanto la inversa como la de nanofiltración.”

Como se ha mencionado con anterioridad Nuevo Mondoñedo ofrece un descuento en la tarifa a aquellos municipios que entreguen los residuos orgánicos separados en las instalaciones del relleno para adelantar procesos de compostaje, en el proyecto se construyó una infraestructura suficiente que permitirá transformar cerca de 20 toneladas mensuales de residuos orgánicos en recuperador de suelos¹⁵. (Romero, 2015)

El relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo, a donde llegan al día 1.200 toneladas de residuos sólidos provenientes de 78 municipios, es ejemplo de esto, ya que se hace un gran esfuerzo para que sólo lleguen los residuos que no se pueden aprovechar. (Romero, 2015)

Según Bibiana Carvajal el objetivo ahora del proyecto es básicamente cambiar la ideología y hablar de aprovechamiento, clasificación y compostaje de residuos es un trabajo que le ha costado al departamento aproximadamente \$4.000 millones y 15 años de trabajo. Sin embargo, aún existen vacíos y falta presupuesto para que Nuevo Mondoñedo siga siendo ejemplo y así poder alargar un poco su vida útil. La directora de gestión de Recursos Hídricos y Saneamiento Básico de la Secretaría de Ambiente, quien agrega que los esfuerzos han sido mancomunados. (ACODAL, 2015).

El Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo como sistema de control ambiental debe garantizar un adecuado tratamiento de los lixiviados que resultan de la descomposición de los residuos al interior de los vasos en los cuales son dispuestos los residuos sólidos. El relleno cuenta con un sistema de tratamiento de lixiviados por medio de membranas, el cual requiere un acondicionamiento previo del lixiviado que consiste en bajar su pH de 6.5 a 6.6 aproximadamente,

¹⁵ ROMERO, Carlos. Avances Tecnológicos en el relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo. [en línea], 16 de Junio 2015 [Revisado 13 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.periodismopublico.com/Avances-tecnologicos-en-el-relleno-sanitario-Nuevo-Mondonedo>

evitando con ello la formación de carbonatos y su consecuente incrustación en el conjunto de membranas, lo que originaría su rápido deterioro.

Según el gobernador de Cundinamarca “Mondoñedo cuenta con una planta de tratamiento de lixiviados con tecnología de punta que permite uso para riego agrícola”, ya que se concluyeron las obras de terminación del relleno nuevo Mondoñedo el paisaje es verde, y es utilizado como parque, el manejo de lixiviados y tratamiento que se hace en Nuevo Mondoñedo es único en el continente y de vanguardia. (GOBERNACION DE CUNDINAMARCA, 2012).

6. MARCOS REFERENCIALES

6.1 MARCO GEOGRÁFICO.

El relleno sanitario Nuevo Mondoñedo se encuentra en el departamento de Cundinamarca, específicamente en el municipio de Bojacá en el kilómetro 9 de la vía La Mesa- Mosquera, aproximadamente a 40 km de Bogotá, ubicado en una de las provincias de la Sabana de occidente, en el sector se promedia una temperatura de 14 grados Celsius, limita al norte con Zipacón, Madrid y Facatativá al sur con Soacha, al este con Madrid y Mosquera y al Oeste con La Mesa y Tena, es un relleno con enfoque regional y solución ambiental y técnica, para la disposición final de residuos sólidos en Cundinamarca.

Imagen 1. Mapa político de Cundinamarca con la localización del municipio de Bojaca.

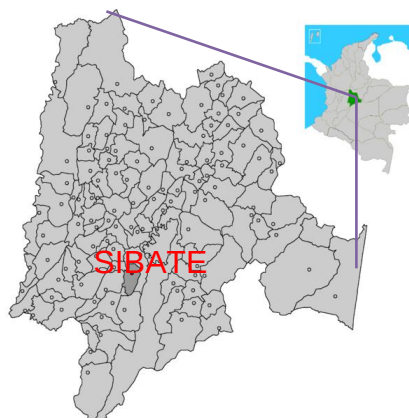


Fuente: Federación Colombiana de municipios

El municipio de Sibaté se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca, y en el país de Colombia, a 27 Kilómetros de Bogotá D.C. Su extensión total es de 125.6 km², donde 16.9 km² son de área urbana y 108.7 km² de área rural. La topografía del municipio muestra un 74% de terreno ondulado, conformado al Oriente por las cuchillas de San Luis, Lomas de Gramilla y Curubital, los Altos de los Armadillos y del Zarzo los que se distinguen por tener la cota de mayor elevación, 3330 m.s.n.m; al Occidente las cuchillas de las vueltas del Cerro y del Tequendama, las Lomas de los Alpes y de las Flores, el Pico del Minoral, los Altos de Paloquemao y de la Angarilla los cuales se encuentran entre los 2570 a 3000 m.s.n.m.; Al sur se levantan la cuchilla de Peña Blanca y el Chuscal esta última se eleva 3200 m.s.n.m.. y una superficie plana, prolongación de la sabana de Bogotá que se localiza en el centro y el norte del municipio.¹⁶

Los límites municipales se localizan al norte con el municipio de Soacha, al sur con Pasca y Fusagasugá, por el oriente con Soacha y por el occidente con Silvana y Granada¹⁷.

Imagen 2. Mapa político de Cundinamarca con la localización del municipio de Sibaté.



Fuente: COLOMBIA, SIBATE, Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011

¹⁶ Geografía Municipal de Sibaté. [En línea] <[http:// www.sibate-cundinamarca.gov.co](http://www.sibate-cundinamarca.gov.co)>. [citado en septiembre 06 de 2016].

¹⁷ Ibid

6.2 MARCO HIDROGRÁFICO

Es muy importante mostrar las principales fuentes hidrográficas que posee el municipio de Bojaca, para evitar y mejorar las disposiciones finales de los residuos sólidos, a continuación el panorama hidrográfico del municipio.

El municipio de Bojacá tiene un territorio que cuenta con dos cuencas hidrográficas como son los ríos Bojacá y Apulo. Esta cuenca hace parte de la cuenca del río Bogotá. El río Bojacá nace al noreste del municipio de Facatativá y desemboca en la zona de confluencia con el río Subachoque, punto en la cual ambas corrientes conforman el río Balsillas. El municipio se encuentra ubicado en la parte baja de la cuenca del río Bojacá sobre la vertiente izquierda de esta. En este sector también se presentan algunos depósitos naturales de agua: La laguna, El Juncal, localizados en la vereda Cortés, corresponde a este tipo de cuerpos de agua.

Del área total de la cuenca, 5.648,31 hectáreas, pertenecen al municipio e incluye el área correspondiente a las veredas Cortés, Bobacé, Cubia, Barroblanco, y algunos sectores de las veredas Fute y San Antonio. El río Apulo nace en el alto de Petaqueros en la Cuchilla de Peñas Blancas y muere en el municipio de Apulo desembocando en el río Bogotá. Al municipio corresponde un pequeño sector de la parte alta de la cuenca, localizado sobre su vertiente derecha y equivalente a 1.110,09 Has (10,74%). A esta zona de la cuenca corresponden la vereda del Chilcal y el sector noroccidental de la vereda de Roble Hueco en esta parte se destacan las quebradas Los Manzanos y La Esmeralda, que hacen todo su recorrido en el área de jurisdicción del municipio.

La quebrada Los Manzanos nace en cercanías del alto La Vista sobre los 2.700 m.s.n.m. mientras que La Esmeralda nace en el cerro Corinto sobre los 2.600 m.s.n.m.; ambas corrientes desembocan en el río Apulo. En este sector también ocurre el nacimiento de la quebrada Raizal sobre los 2.300 m.s.n.m.¹⁸.

¹⁸ http://www.bojaca-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml#geografia

6.3 MARCO DEMOGRÁFICO

Es importante enfocar las características y la distribución de la población de los municipios que realizan la entrega de los residuos sólidos al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, como se muestra en la siguiente tabla, con relación a los censos:

Tabla 1. Distribución de la Población

N°	MUNICIPIO GENERADOR	CENSOS (Habitantes)		
		1985	1993	2005
1	ALBAN	1,680	1,563	1,591
2	ANOLAIMA	5,322	4,038	3,967
3	BITUIMA	597	373	417
4	BOJACA	2,313	5,358	6,800
5	CACHIPAY	3,054	3,233	3,233
6	CAJICA	11,929	22,686	27,111
7	CARMEN DE CARUPA	1,638	1,419	1,689
8	CHAGUANI	1,021	852	804
9	CHIA	25,516	61,102	73,852
10	CHOCONTA	6,539	7,305	9,220

Fuente: Censos DANE (1985-2005)¹⁹- DANE EM (2015)

¹⁹DANE. Censos: 1951-2005.

Tabla 1. Continuación Distribución de la Población

N°	MUNICIPIO GENERADOR	CENSOS (Habitantes)		
		1985	1993	2005
11	COGUA	3,276	4,542	5,356
12	COTA	3,673	8,553	10,787
13	EL COLEGIO	6,133	7,165	7,636
14	EL PEÑON	409	425	436
15	EL ROSAL	0	0	9,201
16	FUSAGASUGA	47,485	76,183	86,243
17	FACATATIVA	46,860	83,309	95,651
18	FOMEQUE	2,896	3,500	4,101
19	FUNZA	27,887	49,416	57,121
20	FUQUENE	256	223	235
21	GACHALA	2,707	1,909	1,891
22	GACHANCIPA	1,471	4,395	5,882
23	GACHETA	3,355	3,117	3,263
24	GAMA	517	579	669
25	GRANADA	0	0	1,609
26	GUACHETA	3,502	3,437	3,614
27	GUASCA	2,153	3,381	4,020
28	GUATAVITA	1,322	1,625	1,771
29	GUAYABAL DE SIQUIMA	923	881	864
30	JUNIN	984	739	821
31	LA CALERA	5,301	8,149	9,520
32	LA PEÑA	1,081	1,013	1,001
33	LA VEGA	2,997	4,066	4,563
34	LENGUAZAQUE	1,834	1,957	2,094
35	MACHETA	1,114	1,321	1,444
36	MADRID	27,921	46,478	53,869
37	MANTA	857	930	1,072
38	MOSQUERA	13,138	43,947	59,895
39	NEMOCON	3,701	4,456	4,990
40	NIMAIMA	899	1,803	2,207
41	NOCAIMA	1,956	1,833	1,842
42	PACHO	10,370	12,642	13,497

Fuente: Censos DANE (1985-2005)²⁰- DANE EM (2015)

²⁰DANE. Censos: 1951-2005.

Tabla 2. Continuación Distribución de la Población

N°	MUNICIPIO GENERADOR	CENSOS (Habitantes)		
		1985	1993	2005
43	PAIME	751	551	531
44	QUEBRADA NEGRA	397	349	358
45	QUIPILE	913	703	694
46	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	889	728	848
47	SAN CAYETANO	713	603	661
48	SAN FRANCISCO	2,079	2,654	2,886
49	SASAIMA	2,086	2,138	2,232
50	SESQUILE	1,370	2,006	2,365
51	SIBATE	14,153	17,287	20,861
52	SILVANIA	4,325	4,965	5,574
53	SIMIJACA	3,404	4,861	5,758
54	SOACHA	122,752	338,215	396,544
55	SOPO	3,682	10,053	12,834
56	SUBACHOQUE	2,512	4,403	5,001
57	SUESCA	2,465	5,230	6,401
58	SUPATA	1,441	1,362	1,391
59	SUSA	1,468	3,804	4,589
60	SUTATAUSA	872	1,147	1,359
61	TABIO	3,117	6,537	9,281
62	TAUSA	498	640	796
63	TENA	515	624	697
64	TENJO	2,736	6,395	7,884
65	TIBIRITA	665	542	505
66	TOCANCIPA	3,397	7,775	9,622
67	TOPAIPÍ	548	651	711
68	UBALA	2,594	1,136	1,206
69	UTICA	2,581	2,434	2,574
70	VERGARA	1,302	1,198	1,275
71	VIANI	1,016	1,153	1,216
72	SAN DIEGO DE UBATE	13,187	19,854	22,042
73	VILLAGOMEZ	759	647	620
74	VILLAPINZON	4,129	4,874	5,357
75	VILLETA	11,216	13,882	14,774
76	ZIPACON	1,257	1,489	1,706
77	ZIPAQUIRA	50,511	79,291	88,538

Fuente: Censos DANE (1985-2005)²¹- DANE EM (2015)

²¹DANE. Censos: 1951-2005.

6.3.1 Crecimiento población urbana La proyección de la población que se realizó es para un periodo de 20 años, promedio de capacidad o vida útil del relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, de esta manera poder determinar el crecimiento poblacional y la producción per-cápita de los residuos sólidos que generan los municipios que descargan en este relleno sanitario.

6.3.2 Método aritmético

$$Pf = Puc + \left(\frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \right) * (Tf - Tuc) \text{ Ecuación 1 Calculo población Futura}$$

$$T = \left(\frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \right) \text{ Ecuación 2 Calculo población Futura}$$

Donde,

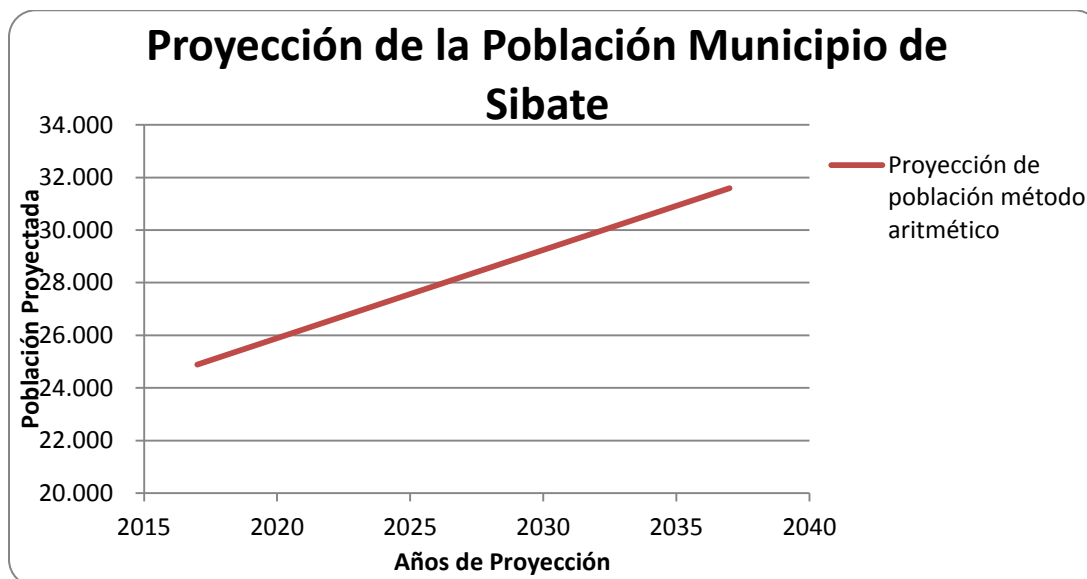
- ✓ Pf : Población futura
- ✓ Puc: Población último censo
- ✓ Pci : Población censo inicial
- ✓ Tuc: Año último censo
- ✓ Tci: Año censo inicial
- ✓ Tf: Año del periodo de diseño

Tabla 3. Proyección de población por el método de aritmético para el municipio de Sibaté Cundinamarca

Año	Método Aritmético Población
2017	24,886
2018	25,221
2019	25,557
2020	25,892
2021	26,227
2022	26,563
2023	26,898
2024	27,234
2025	27,569
2026	27,904
2027	28,240
2028	28,575
2029	28,911
2030	29,246
2031	29,581
2032	29,917
2033	30,252
2034	30,588
2035	30,923
2036	31,258
2037	31,594

Fuente: Autores

Gráfica 1. Proyección de la población municipio de Sibate, método aritmético



Fuente: Propia del autor

6.3.3 Método geométrico

$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$ Ecuación 3. Proyección futura método geométrico

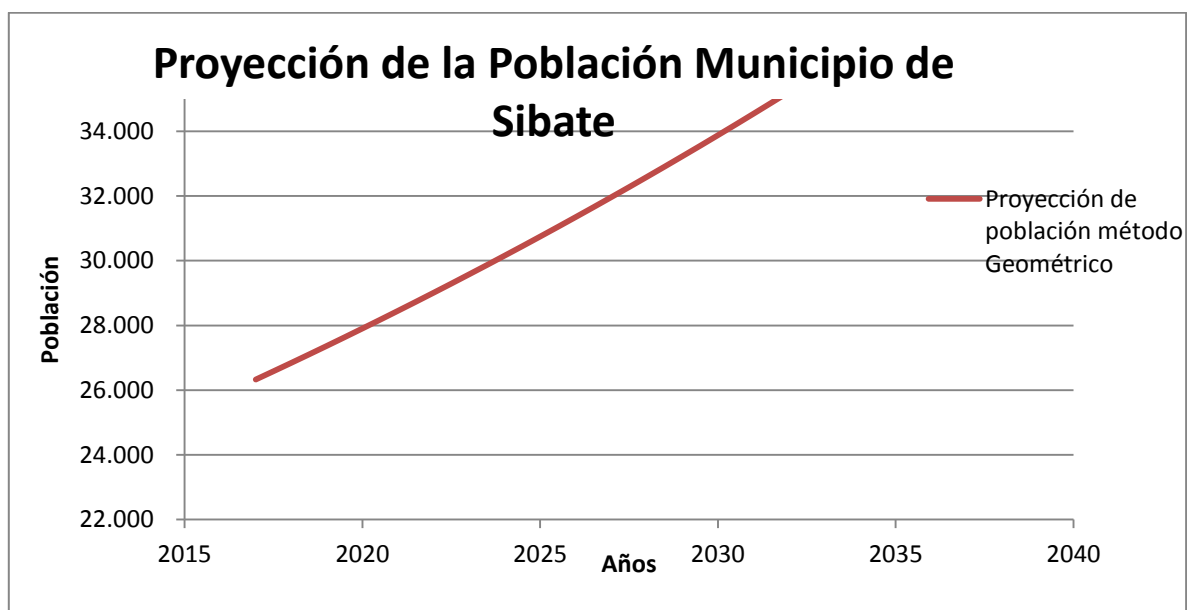
$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$ Ecuación 4. Rata de crecimiento método geométrico

Donde.

✓ r = Rata de crecimiento

✓ n = diferencia entre el último año de censo - año del censo inicial

Gráfica 2. Proyección de la población municipio de Sibate, método Geométrico



Fuente Propia del autor.

Tabla 4, Proyección de población por el método geométrico para el municipio de Sibate Cundinamarca

Año	Método Geométrico Población
2017	26,329
2018	26,844
2019	27,370
2020	27,906
2021	28,453
2022	29,010
2023	29,578
2024	30,158
2025	30,748
2026	31,351
2027	31,965
2028	32,591
2029	33,229
2030	33,880
2031	34,544
2032	35,220
2033	35,910
2034	36,613
2035	37,331
2036	38,062
2037	38,807

Fuente: Autores

6.3.4 Método exponencial

$Pf = Puc * (e)^{k*(Tf-Tuc)}$ Ecuación 5. Proyección futura método exponencial

$K = \frac{(\ln Puc - \ln Pci)}{Tuc - Tci}$ Ecuación 6. Calculo Factor K

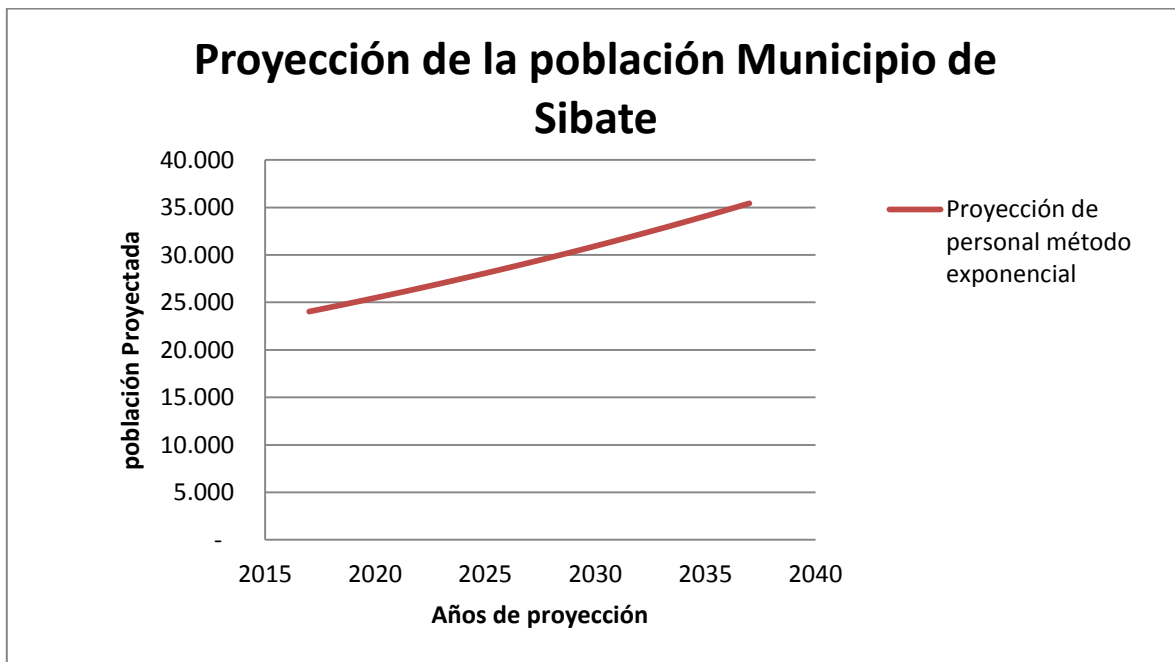
Tabla 5. Proyección de población por el método exponencial para el municipio de Sibaté Cundinamarca

Año	Método Exponencial Población
2017	24,040
2018	24,511
2019	24,991
2020	25,480
2021	25,979
2022	26,488
2023	27,007
2024	27,536
2025	28,076
2026	28,625
2027	29,186
2028	29,758
2029	30,341
2030	30,935
2031	31,541
2032	32,159
2033	32,789
2034	33,431

2035	34,086
2036	34,753
2037	35,434

Fuente: Autores

Gráfica 3. Proyección de la población municipio de Sibate, método aritmético



Fuente Propia del autor.

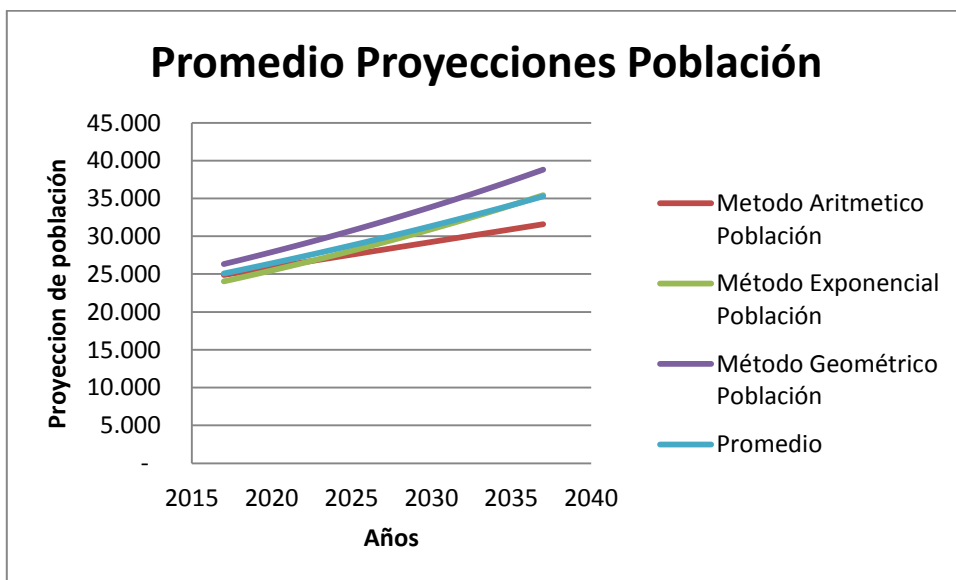
6.3.5 Promedio proyecciones de población urbana

Tabla 6, Promedio de Proyecciones de población para los municipios que depositan los residuos sólidos en relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo.

Año	Metodo Aritmetico Población	Método Exponencial Población	Método Geométrico Población	Promedio
2017	24,886	24,040	26,329	25,085
2018	25,221	24,511	26,844	25,525
2019	25,557	24,991	27,370	25,973
2020	25,892	25,480	27,906	26,426
2021	26,227	25,979	28,453	26,887
2022	26,563	26,488	29,010	27,354
2023	26,898	27,007	29,578	27,828
2024	27,234	27,536	30,158	28,309
2025	27,569	28,076	30,748	28,798
2026	27,904	28,625	31,351	29,293
2027	28,240	29,186	31,965	29,797
2028	28,575	29,758	32,591	30,308
2029	28,911	30,341	33,229	30,827
2030	29,246	30,935	33,880	31,354
2031	29,581	31,541	34,544	31,889
2032	29,917	32,159	35,220	32,432
2033	30,252	32,789	35,910	32,984
2034	30,588	33,431	36,613	33,544
2035	30,923	34,086	37,331	34,113
2036	31,258	34,753	38,062	34,691
2037	31,594	35,434	38,807	35,278

Fuente: Autores

Gráfica 4. Promedio de la Proyección de la población municipio de Sibate



Fuente. Elaboración propia.

6.4 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presentan los conceptos más relevantes para el buen desarrollo de este proyecto, estos conceptos infieren en delimitar la idea del proyecto y darle claridad.

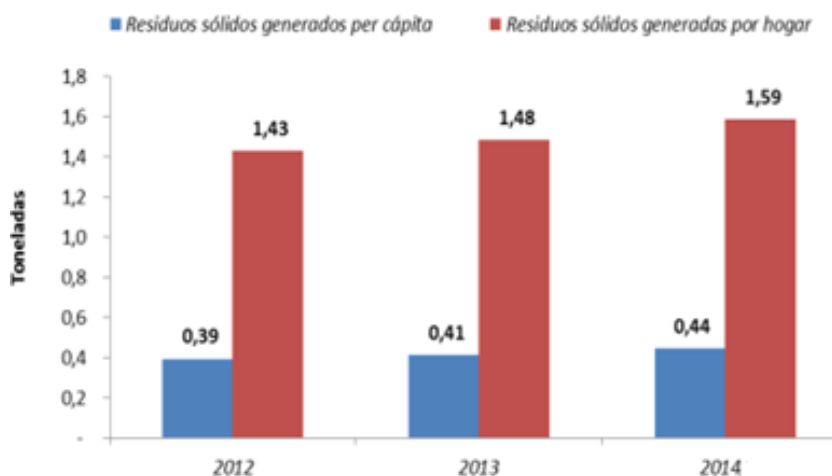
6.4.1 Residuos sólidos Los residuos sólidos se definen como el material, producto o subproducto que se desecha y que puede reaprovechar o requiere sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final.²² La definición de la EPA estadounidense Incluye todo los materiales reutilizables, reciclables o recuperables, excluye los lodos y los residuos peligrosos.²³

²² Ibíd. 16

²³ DAVIS, Mackenzie y MASTEN, Susan. Ingeniería y Ciencias Ambientales. Mc Graw Hill: 2005.

Para el caso de Colombia la producción per cápita de residuos sólidos desde el año 2012 a 2014 ha incrementado como se ve reflejado en la siguiente gráfica²⁴:

Gráfica 5. Residuos per cápita y por hogar generados de 2012 a 2014



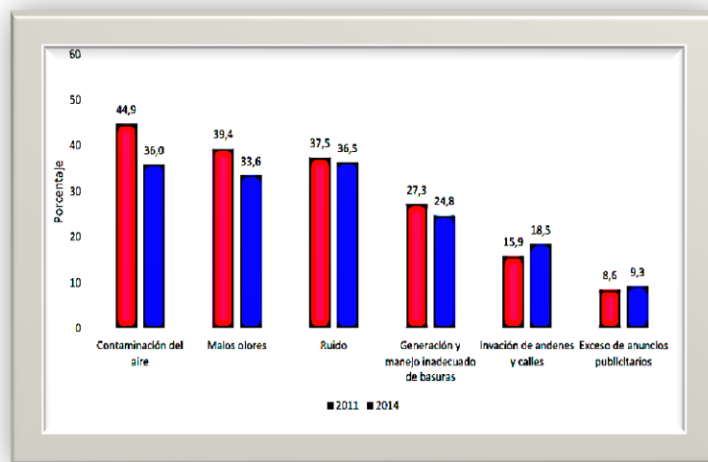
Fuente. DANE

En la siguiente grafica se muestra la cifra de contaminación debido al manejo inadecuado de los residuos sólidos en el Municipio de Sibaté- Cundinamarca.

Proporción de hogares por percepción de problemas en el sector que habitan

²⁴ DANE. Boletín Técnico, Cuenta ambiental y económica de Flujos de Materiales- Residuos Sólidos 2012 – 2014. [en línea], 16 de Noviembre de 2016 [Revisado 28 Junio 2017]. Disponible en Internet: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/BT-Cuenta-residuos-2014p.pdf

Gráfica 6, Contaminación debido al inadecuado manejo de los residuos sólidos en Sibaté.



Fuente: DANE – EM

6.4.2 Clasificación de los residuos sólidos De acuerdo a las opciones de tratamiento y recolección los residuos sólidos se pueden clasificar en:

- **Residuo Putrescible:** Es el residuo animal y vegetal, procedente de la preparación y servido de alimentos, se compone principalmente de material orgánico degradable y humedad, también contienen material líquido libre, esta clase de residuos tiene como característica una rápida descomposición, especialmente en climas templados y genera con rapidez desagradables olores y atracción de insectos y roedores.
- **Residuo Sólido municipal:** Es el subconjunto de materiales sólidos que tienen como característica su duración y su difícil degradación como por ejemplo los electrodomésticos, las baterías, los neumáticos, las cajas, los empaques. La descomposición de estos materiales depende de numerosos factores como el clima, frecuencias de recolección, pautas de uso de

unidades, costumbres sociales ingreso per cápita y del proceso de reciclado²⁵.

6.4.3 Gestión integrada de los residuos sólidos “La gestión integrada de residuos sólidos es el término aplicado a todas las actividades asociadas con la gestión de los residuos dentro de la sociedad”. Es una de las definiciones dadas que generaliza el concepto dada por el Doctos Francisco José Colomer, quien es un especialista en el manejo de residuos sólidos.²⁶ También se define como el conjunto de acciones que permiten contar con: 1) Establecimiento de normas para determinar la generación, composición y caracterización de residuos. 2) Normas de conducta para el manejo seguro y ambiental adecuado de los residuos. 3) Recursos humanos formados y financieros disponibles, para brindar los servicios de manejo integral de los residuos de manera sostenida. 4) Programas de educación, sensibilización, concienciación y capacitación ciudadana en la problemática del manejo de residuos y 5) Indicadores claros, medidos por organismos independientes para evaluar el éxito en la administración de los residuos y en su caso, corrección de las complicaciones²⁷.

Una buena administración de los residuos sólidos se debe abordar desde el momento que se generan hasta el punto de su disposición final. Cuando un material ya no tiene valor para su dueño se considera como residuo, a partir de esto se tiene que procesar de algún modo.

6.4.4 Etapas de la gestión integrada de residuos sólidos La gestión integrada de residuos sólidos se divide en cuatro etapas:

- Etapa de producción y manejo de residuos sólidos en el domicilio. Las características, volumen y tipo de residuo sólido pueden variar entre ciudades pequeñas, zonas rurales y grandes ciudades, ello depende de la actividad y fuente que produce los residuos sólidos. Es por ello que la primera etapa inicia desde la producción de los residuos sólidos en los hogares hasta su disposición y manejo antes de su recolección. Esta etapa

²⁵ Ibíd., 521

²⁶ COLOMER, Francisco. Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Limusa, México Balderas: 1995.

²⁷ Ibid 17

es quizás la más importante ya que está depende la aprovechamiento dado a los residuos y el manejo adecuado de los mismos.

Un buen aprovechamiento de los residuos sólidos consiste en separar los elementos reciclables de los desechos orgánicos, y darles un manejo separado, es decir los elementos reciclables pueden ser utilizados nuevamente como materia prima con un tratamiento especial dependiendo del tipo material y los desechos orgánicos pueden ser utilizados como generadores de combustibles; esto logra que los rellenos sanitarios disminuyan su volumen y que se minimice la contaminación, además de volverse un generador de ingresos económicos para los municipios, al reducir los costos de recolección y al reutilizar la materia prima.

Los residuos sólidos deben ser almacenados en un recipiente con tapa, se deben evacuar de los hogares en un máximo de siete días, se deben usar recipientes resistentes a la humedad, se debe evitar que el agua entre en el recipiente y se deben separar los elementos reciclables.²⁸

- Etapa de recolección. La segunda etapa es la recolección, está debe ser realizada por una empresa prestadora del servicio de aseo, ya sea pública o privada, quien dentro de su organización, debe contar con un personal capacitado y con una dotación que proteja la salud del recolector y que sea adecuada para realizar dicha labor. Dentro de la organización están establecidos unos horarios de recolección que son conocidos por la población, dependiendo de la capacidad y condición de los vehículos, con el fin de que ellos solo saquen la basura los días en que se va hacer la recolección y evitar de esta manera malos olores, y mal aspecto en los entornos y obstrucciones a la vía pública²⁹.

La distribución de las viviendas y otras fuentes de producción de los residuos incidirá en las rutas y el tipo de vehículo a emplear. La ruta debe ser simple, con trazos rectos y deberá determinar lo más cerca al lugar de disposición final. La ruta de recolección óptima se ajustara mediante sucesivos ensayos de tipo ensayo-error.³⁰

²⁸ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Guía para el manejo de residuos sólidos en Ciudades pequeñas y zonas rurales. Colombia: 2007.

²⁹ ARISTIZABAL, Catalina. Aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios No Tóxicos en Bogotá D.C. Universidad Pontificia Javeriana, Facultad de Ciencias Jurídicas. Bogotá: 2001.

³⁰ PRIETO, Carlos. Manejo y transformación Práctico- económico de basuras. Universidad Central. BOGOTÁ: 2001.

La distancia al lugar de tratamiento, reciclable o disposición final incide en el tipo de vehículo que se debe utilizar, se estima que una hora de transporte haría necesaria la instalación de una estación de transferencia de residuos. Esta situación se debe evitar por que incrementa los costos de recolección e introduce dificultades adicionales para el manejo de los residuos sólidos³¹.

- Etapa de transporte de los residuos sólidos. La tercera etapa consiste en el transporte de los residuos sólidos al sitio o lugar de disposición final, para lo cual se debe contar con vehículos estacados que impidan el escape de líquidos sólidos y de gases concentrados, las cajas de los vehículos destinados a la recolección y transporte de los residuos sólidos, deben ser de tipo de compactación cerrada de manera que impidan la pérdida del lixiviado, y contar con un mecanismo automático que permita una rápida acción de descarga, las dimensiones de los vehículos deben ser apropiadas al tipo de vía con la que cuente el municipio, deben estar identificados con logos y nombres de la entidad prestadora del servicio³²
- Etapa de disposición final. La etapa final es la disposición final de los residuos sólidos, este debe estar ubicado en un lugar donde se pueda preservar las condiciones sanitarias y ambientales del entorno, debe ubicarse en un área donde el transporte llegue con facilidad y debe tener una gran capacidad y una gran vida útil que justifique el costo y operación del relleno, debe estar ubicado mínimo a 1.000m de distancia de la cabecera municipal, su ubicación debe estar mínimo a 500m de las fuentes hídricas y toda la infraestructura del relleno debe ser estudiada de acuerdo a las condiciones topográficas, geológicas, e hidrológicas. Todos estos aspectos deben considerarse para que el relleno cumpla con las normas ambientales vigentes y puedan a su vez prestar un buen servicio a la comunidad.³³

31 PERDOMO, Jorge. Estrategia sobre ubicación y funcionamiento de estaciones de transferencia para el manejo de residuos sólidos en Colombia. Universidad De Los Andes, Facultad de Economía. Bogotá: 2010.

32 RAS 2000. Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Título F, Sistema de Aseo Urbano.

33 Ibid , F82

El relleno sanitario consiste en el enterramiento ordenado y sistemático de los residuos sólidos compactados en el menor espacio posible a fin de minimizar los potenciales impactos negativos en la salud y el ambiente.

De acuerdo con las características del área se pueden construir tres tipos de rellenos sanitarios: de Zanja, por lo general se construye en zonas planas donde se excavan trincheras para depositar los residuos sólidos; El relleno sanitario de superficie, consiste en cubrir los residuos con tierra de la misma superficie del terreno; El relleno sanitario de ladera, consiste en aprovechar las depresiones o taludes naturales para disponer de los residuos sólidos.³⁴

6.4.5 Aprovechamiento de los residuos sólidos Los principales depósitos minerales en la tierra son limitados, a medida que se agotan los minerales de alta calidad se hace necesario aprovechar los materiales producto de los residuos sólidos.³⁵

6.4.6 Reciclaje El reciclaje puede ser circuito cerrado o de circuito abierto. El reciclaje de circuito cerrado o primario es el aprovechamiento de productos reciclados para hacer los mismos productos u otros parecidos como por ejemplo el vidrio. El reciclaje secundario son elementos reciclados utilizados en la elaboración de nuevos productos con distintas características, como por ejemplo los garrafones de leche fabricados en polietileno de alta calidad, se utilizan para la fabricación de juguetes o de tubería de drenaje. El reciclaje terciario, es la recuperación de las sustancias químicas o de la energía a partir de materiales residuales.

El nivel más adecuado para iniciar el reciclaje es la separación en la fuente, es decir en el sitio que da origen al residuo, en el hogar, industrias u ámbitos comerciales.³⁶

- Materiales de reciclaje. Papel: En especial se recicla el periódico y el cartón, su proceso implica la eliminación de tintas, pegamentos y

34 Ibid, P 15

35 NIÑO, Wilder. Centro de acopio de residuos sólidos Neiva-Huila. Universidad La Gran Colombia, Facultad de Arquitectura. Bogotá: 2005.

36 Corpoamazonía. Disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Leticia Amazonas de chagreros a recicladores. Estudio de caso en el resguardo indígena de San Sebastián: 2004.

recubrimientos, a continuación el papel es convertido en pulpa esta se le agrega pulpa virgen y se fabrica papel nuevo.

Plástico: De las diversas formas de plástico que se producen y reciclan, el polietileno de alta densidad es el más común, este es empleado para producir botellas de leche, botellas de detergente y productos en película, y bolsas de alimentos y productos moldeados como juguetes.

Vidrio: Este es uno de los materiales que se reciclan con mayor frecuencia, casi que todo el vidrio reciclado se convierte en nuevos recipientes y botellas de vidrios, lana de vidrio, aislamiento en fibra de vidrio, material de pavimentación y productos de construcción.

Hierro de acero: Son los metales que se reciclan con más frecuencia, casi todas las latas son de acero y se reciclan debido a su fácil recolección y procesamiento, su mayor impedimento es el alto costo del transporte.

6.4.7 Clasificación de las fuentes hídricas según su calidad En el acuerdo 043 de 2006, se establecen los objetivos de calidad de las fuentes hídricas de la cuenca del río Bogotá y se establece una clasificación según los parámetros de calidad que deben cumplir para el año 2020.

Clase I: Corresponde a los valores de los usos del agua para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario.

En la siguiente Tabla se expresan los valores de la Clase I, así:

CL⁹⁶₅₀: Denomínase a la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, solo o en combinación, que produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un período de noventa y seis (96) horas.

Tabla 7, Valores Clase I, para fuentes hídricas

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁS RESTRICTIVO (MÁXIMO QUE SE PUEDE OBTENER)
PARAMETROS ORGANICOS		
DBO	mg/L	7
OD	mg/L	4
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	5000
PARAMETROS NUTRIENTES		
NITRATOS	mg/L	10
NITRITOS	mg/L	10
SOLIDOS		
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	10
PARAMETROS DE INTERES SANITARIO		
ALUMINIO	mg/L	5
AMONIACO	CL 96/50	0.1
ARSÉNICO	CL 96/50	0.05
BARIO	CL 96/50	0.1
BERILIO	CL 96/50	0,1
BORO	mg/L	0,3-0,4
CADMIO	CL 96/50	0,01
CIANURO LIBRE	CL 96/50	0.05
CINC	CL 96/50	0.01
CLORO TOTAL RESIDUAL	CL 96/50	0.1
CLOROFENOL	mg/L	0.5
CLORUROS	mg/L	250
COBALTO	mg/L	0,05
COBRE	CL 96/50	0.1
COMPUESTOS FENOLICOS	mg/L	0.002
CROMO (Cr+6)	mg/L	0,05
CROMO HEXAVALENTE	CL 96/50	0.01
DIFENIL	Concentración de Ag	0.0001
DIFENIL POLICLORADOS	Concentración de Agente Activo	No detectable
FENOLES MONOHIDRICOS	Fenoles	1
FLUOR	mg/L	1
GRASAS Y ACEITES	% de Sólidos Secos	0.01
HIERRO	mg/L	0.1
LITIO	mg/L	2,5
MANGANESO	mg/L	0.1
MERCURIO	mg/L	0.002
MOLIBDENO	mg/L	0,01
NIQUEL	mg/L	0.01
PH	Unidades	6,5-8,5
PLAGUICIDAS ORGANO-CLORADOS	Concentración de Agente Activo	0.001
PLAGUICIDAS ORGANO-FOSFORADOS	Concentración de Agente Activo	0.05
PLATA	mg/L	0.01
PLOMO	mg/L	0.01
SALES	mg/L	3000
SELENIO	mg/L	0,01
SULFATOS	mg/L	400
SULFURO DE HIDROGENO	mg/L	0,0002
TENSOACTIVOS	mg/L	0.143
TURBIEDAD	mg/L	20
VANADIO	mg/L	0,1

Fuente: CAR – Acuerdo número 43 del 17 de Octubre de 2006

Clase II. Corresponde a valores de los usos del agua para consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, uso agrícola con restricciones y uso pecuario.

En la siguiente Tabla se expresan los valores de la Clase II, así:

CL ⁹⁶₅₀: Denomínase a la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, solo o en combinación, que produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un período de noventa y seis (96) horas.

Parágrafo. Las restricciones a las que se refiere la presente clase, corresponden a que el NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto. El NMP de coliformes fecales no deberá exceder de 1000 cuando se use el recurso para el mismo fin citado anteriormente.

Tabla 8. Valores Clase II, para fuentes hídricas

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁS RESTRICTIVO (MÁXIMO QUE SE PUEDE OBTENER)
PARAMETROS ORGANICOS		
DBO	mg/L	7
OD	mg/L	>4
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	20000
PARAMETROS NUTRIENTES		
NITRATOS	mg/L	10
NITRITOS	mg/L	10
SOLIDOS		
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	10
PARAMETROS DE INTERES SANITARIO		
AMONIACO	CL 96/50	1
ARSÉNICO	CL 96/50	0.05
BARIO	CL 96/50	1
BERILIO	CL 96/50	0,1
CADMIO	CL 96/50	0,01
CIANURO LIBRE	CL 96/50	0.2
CINC	CL 96/50	2
CLORUROS	mg/L	250
COBALTO	mg/L	0,05
COBRE	CL 96/50	0.2
COLOR	Unidades escala Platino - Cobalto	75
COMPUESTOS FENOLICOS	mg/L	0.0002
CROMO (Cr+6)	mg/L	0.05
DIFENIL POLICLORADOS	Concentración de Agente Activo	No detectable
MERCURIO	mg/L	0.002
PH	Unidades	5,0-9,0
PLATA	mg/L	0.05
PLOMO	mg/L	0.05
SELENIO	mg/L	0,01
SULFATOS	mg/L	400
TENSOACTIVOS	mg/L	0.5
VANADIO	mg/L	0,1

Fuente: CAR – Acuerdo número 43 del 17 de Octubre de 2006

Clase III. Corresponde a los valores asignados a la calidad de los Embalses, Lagunas, Humedales y demás cuerpos lénticos de aguas ubicados dentro de la cuenca del río Bogotá.

-En la siguiente Tabla se expresan los valores de la Clase III, así:

CL⁹⁶₅₀: Denomínase a la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, solo o en combinación, que produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un período de noventa y seis (96) horas.

Tabla 9. Valores Clase III, para fuentes hídricas

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁS RESTRICTIVO (MÁXIMO QUE SE PUEDE OBTENER)
PARAMETROS ORGANICOS		
DBO	mg/L	20
OD	mg/L	>4
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	5000
PARAMETROS NUTRIENTES		
NOTROGENO AMONiacal	mg/L	0.3
NITRATOS	mg/L	1
NITRITOS	mg/L	0.5
FOSFORO TOTAL	mg/L	0.1
SOLIDOS		
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	20
PARAMETROS DE INTERES SANITARIO		
AMONIAco	CL 96/50	0.1
ARSÉNICO	CL 96/50	0.05
BARIO	CL 96/50	1
BERILIO	CL 96/50	0,1
CADMIO	CL 96/50	0,01
CIANURO LIBRE	CL 96/50	0.2
CINC	CL 96/50	2
CLORUROS	mg/L	250
COBALTO	mg/L	0,05
COBRE	CL 96/50	0.2
COLOR	Unidades escala Platino - Cobalto	75
COMPUESTOS FENOLICOS	mg/L	0.002
CROMO (Cr+6)	mg/L	0,05
DIFENIL POLICLORADOS	Concentración de Agente Activo	No detectable
MERCURIO	mg/L	0.002
PH	Unidades	5,0-9,0
PLATA	mg/L	0.05
PLOMO	mg/L	0.05
SELENIO	mg/L	0,01
SULFATOS	mg/L	400
TENSOACTIVOS	mg/L	0.5
VANADIO	mg/L	0,1

Fuente: CAR – Acuerdo número 43 del 17 de Octubre de 2006

Clase IV. Corresponde a valores de los usos agrícola con restricciones y pecuario.

En la siguiente Tabla se expresan los valores de la Clase IV, así:

CL ⁹⁶₅₀: Denomínase a la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, solo o en combinación, que produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un período de noventa y seis (96) horas.

Parágrafo. Las restricciones a las que se refiere la presente clase, corresponden a que el NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto. El NMP de coliformes fecales no deberá exceder de 1.000 cuando se use el recurso para el mismo fin citado anteriormente.

Tabla 10. Valores Clase IV, para fuentes hídricas

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁS RESTRICTIVO (MÁXIMO QUE SE PUEDE OBTENER)
PARAMETROS ORGANICOS		
DBO	mg/L	50
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	20000
PARAMETROS NUTRIENTES		
NITRITOS	mg/L	10
SOLIDOS		
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	40
PARAMETROS DE INTERES SANITARIO		
ALUMINIO	mg/L	5
ARSÉNICO	CL 96/50	0.1
BERILIO	CL 96/50	0.1
BORO	mg/L	0.3-0.4
CADMIO	CL 96/50	0,01
CINC	CL 96/50	2
COBALTO	mg/L	0,05
COBRE	CL 96/50	0.2
CROMO (Cr+6)	mg/L	0.1
FLUOR	mg/L	1
HIERRO	mg/L	5
LITIO	mg/L	2.5
MAGNESO	mg/L	0.2
MERCURIO	mg/L	0.01
MOLIBDENO	mg/L	0.01
NIQUEL	mg/L	0.2
PH	Unidades	4.5-9,0
PLOMO	mg/L	0.1
SALES	mg/L	3000
SELENIO	mg/L	0,02
VANADIO	mg/L	0,1

Fuente: CAR – Acuerdo número 43 del 17 de Octubre de 2006

Clase V. Corresponde a valores de los usos para generación de energía y uso Industrial.

En la siguiente Tabla se expresan los valores de la Clase V, así:

CL⁹⁶₅₀: Denomínase a la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, solo o en combinación, que produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un período de noventa y seis (96) horas.

De acuerdo a sus características

Tabla 11. Valores Clase V, para fuentes hídricas

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁS RESTRICTIVO (MÁXIMO QUE SE PUEDE OBTENER)
PARAMETROS ORGANICOS		
DBO	mg/L	50
PARAMETROS NUTRIENTES		
NITRITOS	mg/L	70
SOLIDOS		
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	50
PARAMETROS DE INTERES SANITARIO		
ALUMINIO	mg/L	5
ARSÉNICO	CL 96/50	0.1
BERILIO	CL 96/50	0.1
BORO	mg/L	0.3-0.4
CADMIO	CL 96/50	0,01
CINC	CL 96/50	2
COBALTO	mg/L	0,05
COBRE	CL 96/50	0.2
CROMO (Cr+6)	mg/L	0.1
FLUOR	mg/L	1
GRASAS Y ACEITES	% Solidos Secos	Ausente
HIERRO	mg/L	5
LITIO	mg/L	2.5
MANGNEO	mg/L	0.2
MATERIAL FLOTANTE Y ESPUMAS		Ausente
MERCURIO	mg/L	0.01
MOLIBDENO	mg/L	0.01
NIQUEL	mg/L	0.2
OLOR		Ausente
PH	Unidades	4.5-9,0
PLOMO	mg/L	0.1
SELENIO	mg/L	0,02
VANADIO	mg/L	0,1

Fuente: CAR – Acuerdo número 43 del 17 de Octubre de 2006

6.4.8 Abono orgánico El abono orgánico es producto de la descomposición controlada de materiales orgánicos, como desperdicios de hojas, pasto y

alimentos, mediante la acción de microorganismos, el producto se refleja en un material terroso desmoronable con olor a tierra, es rica en nitrógeno y carbono y debe estar en una proporción 30:1 para garantizar el crecimiento de microorganismos.³⁷

Los abonos se clasifican en organismos y minerales, los orgánicos a su vez pueden ser de origen animal y vegetal. Los abonos mixtos son los provenientes de las basuras o desechos orgánicos y son los abonos más utilizados y de excelentes cualidades.³⁸

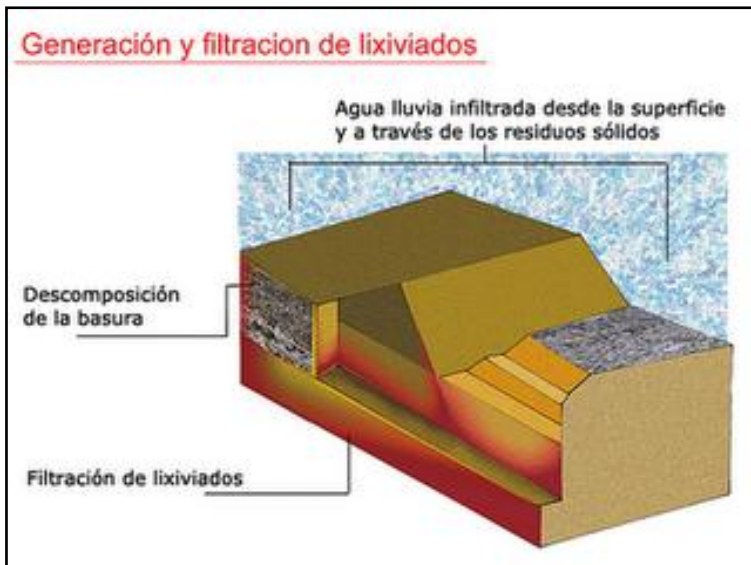
- Manejo de lixiviados. Los lixiviados pese a que genera una gran contaminación en el medio, el principal problema en los rellenos sanitarios es la descarga de lixiviados. El movimiento que realiza el lixiviado en los límites del terreno en el nivel freático o en las fuentes de aguas superficiales, causa considerables problemas de contaminación. Un aspecto previsor de contaminación por lixiviados es la prevención de su producción. Aunque es la calidad del lixiviado la que causa la contaminación, su cantidad es más controlable. Lo deseable es la no existencia de este, pero en la práctica el agua emigra del relleno sanitario y se forma algo de lixiviado incluso en lugares cuidadosamente elegidos, por lo que las medidas de control y previsión deben ser efectuadas antes y durante el vertido.³⁹

28 Ibid 530

29 Ibid 43

³⁹ PINEDA, Samuel. Manejo y disposición de residuos sólidos urbanos. Panamericana formas e impresos. 2012 renovación 1998 por Unisucre. pp. 239

Imagen 3, Generación y filtración de lixiviados.



Fuente <https://www.prezi.com>

Los principales efectos en la salud humana son:

Efectos de compuestos orgánicos volátiles en lixiviados producidos por un relleno sanitario húmedo. Pueden causar daños principalmente en el sistema nervioso y el gastrointestinal, de índole cancerígena y teratogénicas.

Efecto negativo de metales existentes en los lixiviados liberados por la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un relleno sanitario húmedo. La exposición prolongada a metales pesados causa daños hepáticos, renales y cardiovasculares. Así como enfermedades neurológicas.

Efecto de alcoholes lixiviados durante la descomposición de residuos sólidos orgánicos en un relleno sanitario húmedo. Causa malformaciones congénitas, mutagénicas y cancerígenas.

Efecto de compuestos orgánicos sintéticos en líquidos lixiviados formados en rellenos sanitarios húmedos. Daños en el sistema respiratorio, reproductor y nervioso.⁴⁰

Imagen 4, Estudian nuevas tecnologías para tratar los residuos sólidos y lixiviados.



Fuente: <http://www.vanguardia.com>

El tratamiento de los lixiviados tiene tres etapas. “El primer proceso se desarrolla en dos grandes estanques, allí los sólidos suspendidos son decantados. Después sigue la fase físico-química, en donde se hace la remoción de sólidos y materia orgánica. El último paso es el reactor biológico, donde las bacterias se comen los nutrientes de los lixiviados”, manifestó el ingeniero y funcionario de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) Juan Carlos Muñoz.

Muñoz explicó que el tratamiento de lixiviados se realiza por medio de reactores biológicos de membrana, que es un sistema con una barrera permeable, que garantiza la remoción los contaminantes suspendidos y sólidos disueltos.⁴¹

⁴⁰ CORENA, Luna Mironel de Jesús. Sistema de tratamientos para lixiviados generados en rellenos Sanitarios. Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería, Sincelejo 2008.

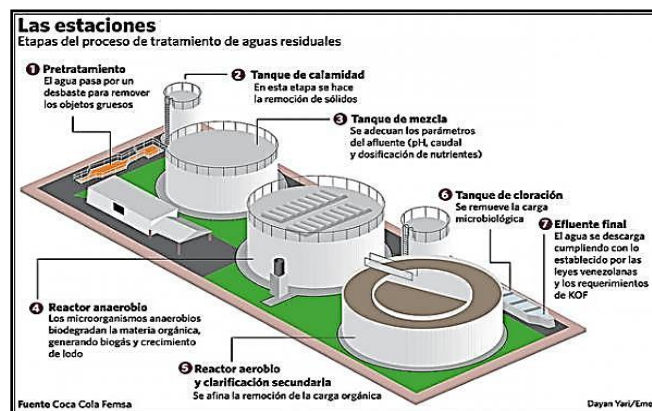
Imagen 5. Planta para tratamiento de lixiviados Medellín



Fuente: <http://www.eltiempo.com>

La principales soluciones que se han generado para el manejo de lixiviados en Colombia son las plantas de tratamiento y los sistemas de recirculación, ver imágenes a continuación.

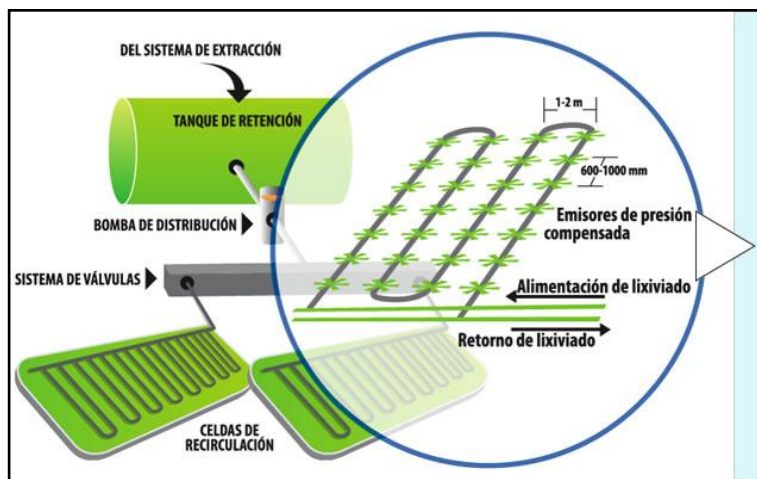
Imagen 6. Planta de tratamiento de lixiviados



Fuente: <http://www.avisus.net>

⁴¹ MORALES, Escobar Paola. El Tiempo. Entregan la Planta más moderna del país para tratar lixiviados. [en línea], 23 de Diciembre 2015 [Revisado 18 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16465880>.

Imagen 7, Soluciones de manejo de lixiviados, recirculación



Fuente: <http://www.viridiancolombia.com>

- Gases de Efecto de Invernadero. De acuerdo al reporte del IDEAM en el marco de la Primera y Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), presentó el inventario de producción de gases de efecto de Invernadero generados por año para Bogotá y Cundinamarca, donde se estableció que la producción de metano (CH₄), producido por la descomposición de los materia orgánica de los residuos sólidos dispuestos en tierra fueron:

Gráfica 7, Emisiones totales GEI obtenidas por la metodología Bottom –Up para Bogotá y Cundinamarca

EMISIONES DE GEI CUNDINAMARCA METODOLOGÍA BOTTOM-UP	Cundinamarca	Bogotá
Emisiones de CO ₂ (kg)	1.082.561.260	768.672.428
Emisiones de CH ₄ (kg)	107.197	71.741
Emisiones de CH ₄ como CO ₂ equivalente(kg)	2.251.137	1.506.552
Emisiones de N ₂ O (kg)	13.316	4.233
Emisiones de N ₂ O como CO ₂ equivalente (kg)	4.128.091	1.312.165
Emisiones de GEI totales expresadas como CO ₂ equivalente	<u>1.088.940.488</u>	<u>771.491.146</u>

Fuente: Pulido Guido Ana Derly, Inventario de emisiones de gases efecto invernadero para la región Cundinamarca – Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 2012.

6.5 MARCO LEGAL

Tabla 12, Normativa vigente en orden cronológico, para la Gestión de los Residuos Sólidos en Colombia.

NORMA	EXPEDIDA POR	DESCRIPCION
resolución 0330 del 08 de junio de 2017	Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.
Decreto 1076 de 2016	Presidencia de la república	Por el cual se expide el Decreto Único del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 0631 del 17 de Marzo 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Acuerdo N° 43 del 17 de Octubre de 2006	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR	Por el cual se establecen los objetivos, de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020.
Decreto ley 2811 de 1974	Presidencia de la república	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Ley 9 de 1979	Congreso de la Republica	Código Sanitario Nacional. Por el cual se dictan medidas sanitarias

Constitución Política de Colombia de 1991	Asamblea constituyente de	Principales artículos ambientales: 49, 78,79, 80,81 y 366.
Ley 99 de 1993	Congreso de la Republica	Por el cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y la conservación del medio ambiente y los recursos naturales no renovables.
Ley 142 de 1994	Congreso de la Republica	Por el cual se establece el régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2676 de 2000	Ministerio del medio Ambiente /Ministerio de Salud	Por el cual se reglamenta el GIRH y Similares.
Decreto 2763 de 2001	Ministerio del medio Ambiente /Ministerio de Salud	Por el cual se modifica el decreto 2676 de 2000
Decreto 1669 del 2 de agosto del 2002	Ministerio del medio Ambiente /Ministerio de Salud	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a la Normatividad vigente Colombiana.

7. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

7.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación contó con la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de tener una visión más completa del fenómeno.

Mediante el análisis cuantitativo se realizaron seiscientos (600) encuestas donde se calculó los volúmenes de los residuos generados por el Municipio de Sibate y se compararon con la Norma RAS.

Mediante el análisis cualitativo se realizó la caracterización química del río Balsillas, antes y después del vertimiento de los lixiviados y la descripción de la ruta de recolección con los tiempos de traslados hasta el relleno sanitario, adicionalmente se describió la forma en que los usuarios realizan la entrega de los residuos.

Los resultados muestran una representación aproximada sobre la realidad del funcionamiento del sistema.

7.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Fue de tipo descriptivo debido a que se realizó una descripción del funcionamiento de recolección, disposición y manejo de los residuos sólidos en el relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo, a partir de encuestas, para conocer costumbres, actitudes de la población frente a los desechos. Por otro lado, con el análisis y caracterización de las fuentes hídricas, se determinó la calidad de los lixiviados provenientes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo al momento de ser vertidos al río Balsillas, para evaluar la condición de los mismos.

En la investigación se desarrolló un diagnóstico técnico con el objetivo describir el estado, características, factores y procedimientos presentes en la infraestructura,

manejo recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos que ingresan al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, con el fin de evaluar la problemática existente y plantear una solución.

7.3 FASES

7.3.1 Fase 1. Ejecución y recolección de la información

- 1 Se indagó a la gerencia de planeación e infraestructura y gerencia de servicios públicos de la empresa de Nuevo Mondoñedo,
- 2 En el Anexo A, se presenta la encuesta sobre el modo y la frecuencia de recolección de los residuos sólidos realizada en el municipio de Sibate como referente de los municipios que depositan los residuos sólidos e Nuevo Mondoñedo.
- 3 Se realizó un acompañamiento en uno de los vehículos de recolección para observar y describir la clasificación y el proceso de reciclaje si lo realizan.
- 4 Se realizó una proyección de la población utilizando y promediando los métodos aritmético, geométrico y exponencial con la información de los últimos censos del DANE, con el fin de establecer si el sistema actual de recolección de residuos cubre actualmente la demanda de la población de los municipios que depositan en el relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo.
- 5 Se realizó una (1) visita donde se ingresó al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo con el fin de conocer el tratamiento y manipulación de los residuos sólidos dentro del relleno, quedando como evidencia el registro fotográfico.
- 6 Se realizó una (1) toma de muestra hídrica al río Balsillas antes del vertimiento de los lixiviados del relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo.

- 7 Se realizó una (1) toma de muestra hídrica al río Balsillas después del vertimiento de los lixiviados del relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo.

7.3.2 Fase 2. Sistema de transporte

- 1 Se realizó en la empresa prestadora del servicio de aseo, una encuesta, sobre el sistema de transporte utilizado para la recolección de los residuos sólidos.
- 2 Se revisaron las características de los vehículos utilizados para la recolección de los residuos sólidos,
- 3 Se realizó una proyección de la población utilizando y promediando los métodos aritmético, geométrico y exponencial con la información de los últimos censos del DANE, con el fin de establecer si los vehículos utilizados en el sistema cuentan con la capacidad y las normas mínimas solicitadas por el RAS para transportar todos los residuos sólidos generados por la población actual de la cabecera municipal de Sibaté.
- 4 En las dos (2) primeras visitas se observó y describió las rutas utilizadas por los vehículos en la recolección de los residuos sólidos.

7.3.3 Fase 3. Disposición final

1. Se realizó una proyección de la población utilizando y promediando los métodos aritmético, geométrico y exponencial con la información de los últimos censos del DANE, con el fin de establecer si lugar utilizado para la disposición final de los residuos sólidos cubre actualmente la demanda de la población de los municipios que depositan allí sus residuos sólidos.
2. En visitas realizadas al lugar de disposición final, allí se elaboró un borrador inicial de la infraestructura y del proceso final dado a los residuos sólidos.

7.3.4 Fase 4. Encuestas, análisis y resultados

1. En la visita final se realizó las encuestas a los usuarios, Anexo C, para calificar la eficiencia del servicio, tomando la muestra al azar teniendo en cuenta la estratificación y utilizando en el formato para encuesta aprobado por el semillero.
2. Recolectada la información se inició al análisis y procesamiento de la información desarrollando cada uno de los objetivos propuestos en el anteproyecto. con la elaboración del cuadro sistemáticos, planos y gráficas de interpretación.
3. Se realizó el análisis a las muestras de laboratorio tomadas en la fuente hídrica (rio Balsillas) antes y después del vertimiento de los lixiviados provenientes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo y se comparó con la normatividad vigente.

Tabla 13. Fases de la investigación.

FASE 1	FASE 2	FASE 3
Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3
Encuestas (al Gerente de la empresa de servicios públicos y Secretario de Planeación del Municipio) Toma de muestra de la fuente hídrica antes y después del vertimiento de los lixiviados.	Encuestas (a los usuarios del servicio en la cabecera Municipal)	Análisis (análisis de los residuos sólidos dispuestos en el municipio).
Visitas (Cabecera Municipal).	Visitas (Planta de compostaje y vías de acceso)	Visitas (empresa de recolección) (posible Laboratorio)

Registro fotográfico (empresa de servicios públicos, carros recolectores, herramienta y equipo utilizado en el proceso).	Registro fotográfico (planta de compostaje, vías de acceso y rutas de recolección.)	Registro fotográfico (muestras en laboratorio y empresa encargada de la recolección de los residuos)
--	---	--

Fuente: Propia autores

7.3.5 Instrumentos

Para el desarrollo del proyecto se usaron los siguientes instrumentos:

- ✓ Encuesta: Fue elaborada y desarrollada con funcionarios y habitantes del municipio, con el fin de conocer la persecución de los usuarios frente a los procesos de recolección y disposición de transporte.
- ✓ El aforo: Destinado para el reconocimiento de los equipos utilizados y frecuencia que salen a las calles a realizar su trabajo
- ✓ Software: Con el fin de ser más certeros en cuanto al manejo de la información numérica se utilizó el Excel básico y para los planos, el (Autocad).

7.3.6 Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables se determinó de acuerdo a las siguientes variables de estudio y sus respectivos indicadores:

Tabla 14, Operacionalización de Variable.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	
Variable de estudio	Indicador
Ambientes limpios y sanos en la cabecera municipal de Sibate Cundinamarca	Limpieza de vías urbanas: Deben permanecer limpias y con un debido mantenimiento por parte de la empresa prestadora del servicio, adicionalmente el habitante o población flotante deberá
	contar con un nivel mínimo de conciencia ciudadana para llevar a su completa cabalidad este proceso. Residuos Peligrosos: Toda empresa industrial o entidad que origine este tipo de residuos deben hacer entrega de los mismos y hacer uso de las empresas debidamente constituidas acreditando experiencia en esta labor. Residuos Orgánicos-Compostaje: Debe tenerse en cuenta que la empresa que presta el servicio destina dos días en la semana para la recolección de estos, el usuario del sistema debe mantener una cooperación para hacer entrega en los tiempos y horarios establecidos para poder brindar un mejor servicio, menores tiempos de recorrido y labor finalizada en menor tiempo. Residuos Inorgánicos: La empresa prestadora del servicio destina un día por semana para la recolección de este tipo de residuos, el usuario del sistema debe mantener una cooperación continua para realizar la oportuna entrega o disponer los residuos en los sitios establecidos. De estos factores dependen los tiempos y horarios establecidos para poder brindar un mejor servicio, menores tiempos de recorrido y labor finalizada en menor tiempo.

RECICLAJE	Es muy necesario implementar el reciclaje desde la fuente ya que puede ser una fuente de ingreso para el municipio y a la vez facilita la labor de recolección y disminuiría los costos de operación ya que bajaría notablemente los volúmenes mensuales de residuos inorgánicos, es muy importante tener en cuenta que el municipio no cuenta en la actualidad con una planta para el tratamiento de estos residuos ya que por costos de sostenimiento " operación" no es viable.
COLEGIOS, UNIVERSIDADES, ESCUELAS	Es de vital importancia la participación de las instituciones educativas ya que están formando a la población infantil y juvenil del municipio y lugares aledaños, esta con el fin de brindar campañas educativas a este tipo de población ya que son generadores de residuos sólidos y en muchos casos realizan una disposición inadecuada sin tener en cuenta la afectación y alteración que originan al sistema recolector.

Fuente: Propia de autores

7.3.7 Presupuesto

Los recursos financieros aquí presentados equivalen al gasto promedio utilizado para el desarrollo del proyecto en el municipio de Bojaca y Sibaté (Cundinamarca).

Tabla 15, Presupuesto para la financiación de la investigación

PRESUPUESTO				
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE	VIAJES	4	\$ 50.000,00	\$ 200.000,00
ALIMENTACIÓN	GL	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
PAPELERÍA	GL	1	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00
USO DE EQUIPOS E INDUMENTARIA	GL	1	\$ 140.000,00	\$ 140.000,00
OTROS				\$ 49.500,00
TOTAL				\$ 344.500,00
NOTA: Otros 10% del subtotal				

Fuente: Propia de autores

8. RESULTADOS

8.1. ESTIMACIÓN DE CRECIMIENTO DE POBLACIÓN

Para poder realizar un estimativo teórico de las residuos sólidos que recibe el relleno sanitario de Nuevo Mondoñedo se realizó la proyección de la población usando como base los tres censos (1985-2000 y 2005) reportados por el DANE y el promedio entre los tres métodos de proyección de población (aritmético, exponencial y Geométrico) para cada uno de los 78 municipios que llevan los residuos al botadero Nuevo Mondoñedo.

Tabla 16, Proyección de la población

N°	MUNICIPIO GENERADOR	CENSOS (Habitantes)			MÉTODOS PROYECCIÓN			PROMEDIO DE POBLACIÓN MUNICIPIOS QUE
		1985	1993	2005	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL	
1	ALBAN	1,680	1,563	1,591	1,482	1,419	1,439	1,447
2	ANOLAIMA	5,322	4,038	3,967	2,307	2,303	2,140	2,250
3	BITUIMA	597	373	417	197	215	196	203
4	BOJACA	2,313	5,358	6,800	12,297	28,493	27,616	22,802
5	CACHIPAY	3,054	3,233	3,233	3,452	3,517	3,467	3,479
6	CAJICA	11,929	22,686	27,111	45,709	77,678	79,808	67,732
7	CARMEN DE CARUPA	1,638	1,419	1,689	1,751	1,485	1,754	1,663
8	CHAGUANI	1,021	852	804	538	602	601	580
9	CHIA	25,516	61,102	73,852	133,064	293,573	316,804	247,814
10	CHOCONTA	6,539	7,305	9,220	12,504	14,162	12,227	12,964
11	COGUA	3,276	4,542	5,356	7,904	9,539	9,948	9,130
12	COTA	3,673	8,553	10,787	19,502	43,745	45,407	36,218
13	EL COLEGIO	6,133	7,165	7,636	9,477	10,022	99,933	39,811
14	EL PEÑON	409	425	436	500	490	506	499
15	EL ROSAL	0	0	9,201	10,803	10,868	11,121	10,931
16	FUSAGASUGA	47,485	76,183	86,243	133,722	183,664	188,343	168,576
17	FACATATIVA	46,860	83,309	95,651	155,420	237,541	247,294	213,418
18	FOMEQUE	2,896	3,500	4,101	5,577	5,897	6,334	5,936
19	FUNZA	27,887	49,416	57,121	92,933	142,508	147,489	127,643
20	FUQUENE	256	223	235	209	212	197	206
21	GACHALA	2,707	1,909	1,891	891	1,230	1,135	1,085
22	GACHANCIPA	1,471	4,395	5,882	11,285	36,645	38,719	28,883
23	GACHETA	3,355	3,117	3,263	3,150	3,154	2,992	3,099
24	GAMA	517	579	669	855	922	851	876
25	GRANADA	0	0	1,609	3580	0	0	1,193
26	GUACHETA	3,502	3,437	3,614	3751	3756	3601	3,703
27	GUASCA	2,153	3,381	4,020	6307	8877	8727	7,970
28	GUATAVITA	1,322	1,625	1,771	2321	2549	2516	2,462
29	GUAYABAL DE SIQUIMA	923	881	864	792	797	799	796
30	JUNIN	984	739	821	621	659	567	616
31	LA CALERA	5,301	8,149	9,520	14,688	19,978	19,796	18,154
32	LA PEÑA	1,081	1,013	1,001	903	911	905	906
33	LA VEGA	2,997	4,066	4,563	6,481	7,732	7,653	7,289

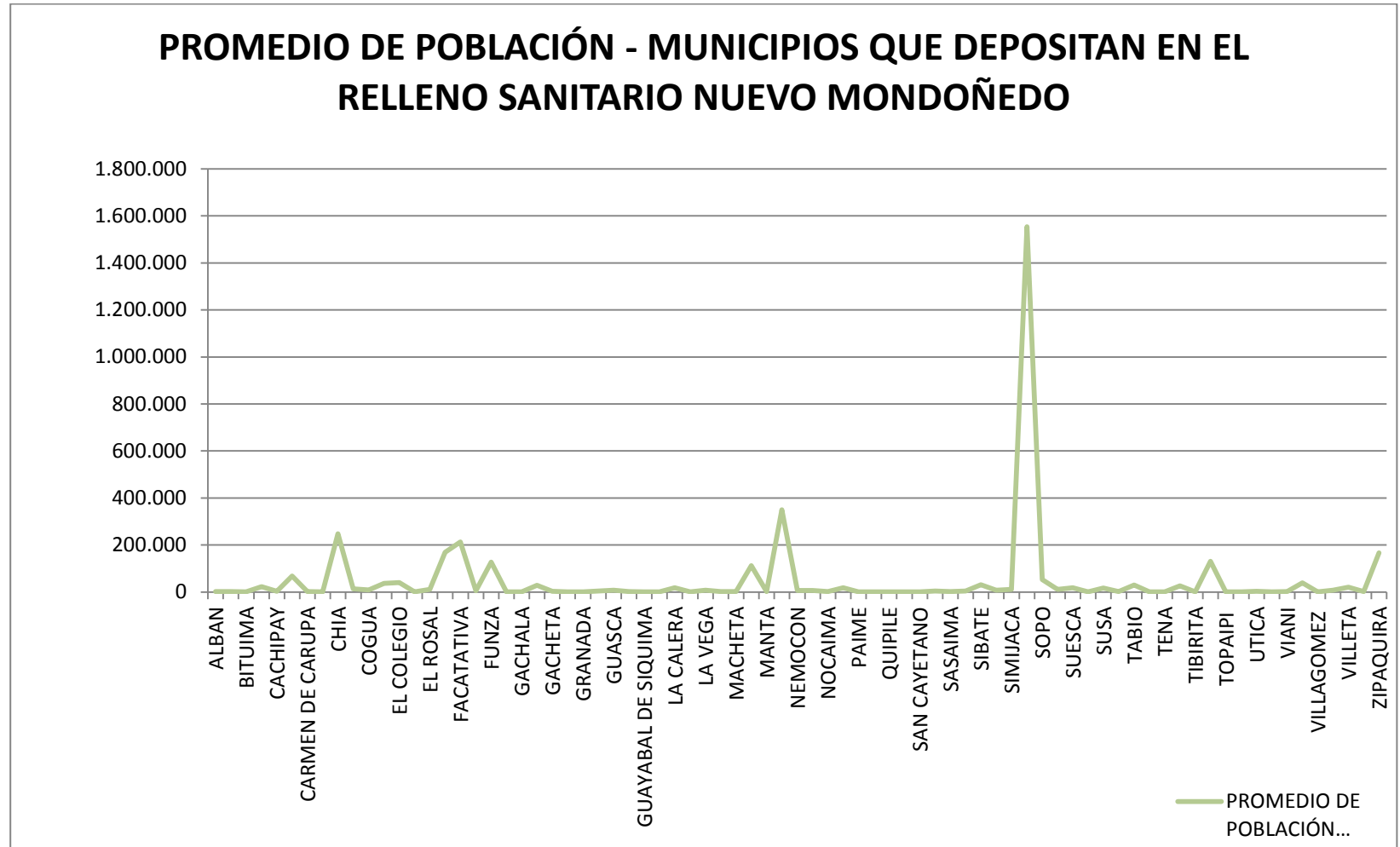
Fuente: Propia de Autores

Tabla 17, Continuación Proyección de la población

N°	MUNICIPIO GENERADOR	CENSOS (Habitantes)			MÉTODOS PROYECCIÓN			PROMEDIO DE POBLACIÓN MUNICIPIOS QUE
		1985	1993	2005	ARITMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL	
33	LA VEGA	2,997	4,066	4,563	6,481	7,732	7,653	7,289
34	LENGUAZAJUE	1,834	1,957	2,094	2,413	2,466	2,383	2,421
35	MACHETA	1,114	1,321	1,444	1,848	1,994	1,946	1,929
36	MADRID	27,921	46,478	53,869	85,655	124,186	126,279	112,040
37	MANTA	857	930	1,072	1,335	1,298	1,415	1,349
38	MOSQUERA	13,138	43,947	59,895	117,172	449,393	481,815	349,460
39	NEMOCON	3,701	4,456	4,990	6,569	7,241	6,968	6,926
40	NIMAIMA	899	1,803	2,207	3,809	7,014	7,172	5,998
41	NOCAIMA	1,956	1,833	1,842	1,702	1,712	1,678	1,697
42	PACHO	10,370	12,642	13,497	17,328	18,731	18,740	18,266
43	PAIME	751	551	531	262	350	333	315
44	QUEBRADA NEGRA	397	349	358	310	316	300	309
45	QUIPILE	913	703	694	426	499	472	466
46	SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA	889	728	848	798	800	679	759
47	SAN CAYETANO	713	603	661	597	603	539	580
48	SAN FRANCISCO	2,079	2,654	2,886	3,875	4,346	4,338	4,186
49	SASAIMA	2,086	2,138	2,232	2,411	2,426	2,363	2,400
50	SESQUILE	1,370	2,006	2,365	3,584	4,714	4,583	4,294
51	SIBATE	14,153	17,287	20,861	29,078	30,962	33,909	31,316
52	SILVANIA	4,325	4,965	5,574	7,104	7,251	7,640	7,332
53	SIMIACA	3,404	4,861	5,758	8,642	15,226	10,761	11,543
54	SOACHA	122,752	338,215	396,544	731,939	1,833,756	2,096,808	1,554,168
55	SOPO	3,682	10,053	12,834	24,045	65,956	70,593	53,531
56	SUBACHOQUE	2,512	4,403	5,001	8,050	12,016	12,566	10,877
57	SUESCA	2,465	5,230	6,401	11,223	21,947	22,764	18,645
58	SUPATA	1,441	1,362	1,391	1,330	1,332	1,293	1,318
59	SUSA	1,468	3,804	4,589	8,412	20,279	22,352	17,014
60	SUTATAUSA	872	1,147	1,359	1,956	2,238	2,373	2,189
61	TABIO	3,117	6,537	9,281	16,832	38,356	35,488	30,225
62	TAUSA	498	640	796	1,161	1,436	1,298	1,298
63	TENA	515	624	697	920	1,016	981	972
64	TENJO	2,736	6,395	7,884	14,190	31,151	32,921	26,087
65	TIBIRITA	665	542	505	309	362	363	345
66	TOCANCIPA	3,397	7,775	9,622	17,248	37,135	338,928	131,104
67	TOPAIPÍ	548	651	711	911	983	960	951
68	UBALA	2,594	1,136	1,206	494	492	382	456
69	UTICA	2,581	2,434	2,574	2,565	2,565	2,424	2,518
70	VERGARA	1,302	1,198	1,275	1,242	1,243	1,162	802
71	VIANI	1,016	1,153	1,216	1,461	1,519	1,506	1,495
72	SAN DIEGO DE UBATE	13,187	19,854	22,042	32,889	42,129	43,148	39,389
73	VILLAGOMEZ	759	647	620	450	485	481	472
74	VILLAPINZON	4,129	4,874	5,357	6,861	7,405	7,190	7,152
75	VILLETÁ	11,216	13,882	14,774	19,133	20,816	20,954	20,301
76	ZIPACON	1,257	1,489	1,706	2,256	2,496	2,352	2,368
77	ZIPAQUIRA	50,511	79,291	88,538	135,121	180,008	185,491	166,873
		POBLACIÓN TOTAL						3,704,472

Fuente: Autor

Gráfica 8, Promedio de población de los municipios que depositan en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.



Fuente. Propia autores

Lo que indica que el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo para el año 2037 recibirá los desechos de 3.704.472 habitantes.

Usando como referencia la producción per cápita de residuos sólidos 0.44 toneladas / año/ persona, según el DANE, tenemos que para el año 2037 la producción de residuos será de 1.629.968 toneladas año.

Actualmente ingresan al relleno sanitario en promedio diario 1005 toneladas de residuos, para un total dispuesto del 17 de enero del 2007 al 31 de diciembre de 2012 de 1.903.180 toneladas, procedentes de 96 usuarios y una producción diaria en promedio de 404 m³/día de lixiviados (a diciembre de 2012, lo que equivale a una generación anual de 147.460 m³) que son conducidos hacia el sistema de tratamiento.

8.2. PROCESOS INTERNOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN RELLENO SANITARIO NUEVO MONDOÑEDO

Los procesos internos realizados en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo para el manejo de los residuos sólidos es el siguiente.

1. El Relleno sanitario recibe los desechos producidos por 78 municipios
2. Cada uno de los vehículos que ingresan al relleno sanitario es pesado en una báscula y dirigidos a una zona de descargue, a su salida es nuevamente pesados y la diferencia de pesos es la que posteriormente se factura a cada uno de los municipios.
3. En la zona de descargue un compactador los reduce hasta conformar una cubo de metro cubico por tonelada, para evitar la dispersión de olores este material es cubierto con polipropileno.
4. Los líquidos originados de la reducción de los residuos sólidos son conducidos hasta la Planta para tratamiento de lixiviados sector donde se realiza el acondicionamiento de pH: consta de un tanque de almacenamiento de ácido Sulfúrico con capacidad de 40m³, un tanque de mezcla de 20m³, un pondaje de almacenamiento de 300m³ y un grupo de 4

bombas encargadas de dosificar y mezclar el lixiviado con el ácido sulfúrico para reducir el pH del lixiviado antes del tratamiento.

5. Área de tratamiento por membranas: en la actualidad Mondoñedo cuenta con dos plantas que tienen una capacidad máxima de tratamiento de 557 m³/día, estos equipos se encargan de tomar el lixiviado del área de acondicionamiento mediante un conjunto de 5 bombas las cuales realizan un primer filtrado del mismo por medio de un conjunto de 3 filtros de arena y 3 de cartucho, retirando con ello el material en suspensión con tamaños superiores a 10micras, a continuación el lixiviado llega a una batería de 13 bombas que vehiculan el lixiviado a presiones cercanas a los 60 bares para después hacerlo pasar a través de las membranas, las cuales se encargan de dividir el lixiviado en dos efluentes: uno que retiene los contaminantes y que se conoce como concentrado y otro que contiene las moléculas de agua denominado permeado.
6. Mediante este proceso de depuración se alcanzan los parámetros de calidad de agua exigidos por el MADS en Resolución No. 2056 de 2008 y 0430 de 2009 que modificaron la licencia ambiental del proyecto y que autoriza el uso del efluente de este tratamiento para riego de vías y de zonas verdes.
7. Sistema de membranas para tratamiento de lixiviados y reutilización del efluente en actividades de riego de material vegetal, humectación de vías y lavado de maquinaria.
1. En la segunda etapa se realiza un tratamiento a los lixiviados por medio de membranas, para mantener su eficiencia y preservación la planta requiere de varios productos químicos de limpieza así como elementos de filtración de reposición como lo son:
 - Limpiador de Membranas Alcalino- membrana cleaner AA (Litros,, Limpieza de membrana de ósmosis inversa, requerido para el mantenimiento y duración de las membranas)

Características:

% Descripción: Agente limpiador

Descripción del riesgo: CORROSIVO

Componentes peligrosos: Anionic surfactants 2,5-10 %

CAS: 1310-73-2

EINECS: 215-185-5

- hidróxido de sodio 2,5-10%

CAS: 64-02-8

EINECS: 200-573-9

- etilendiaminotetraacetato de tetrasodio Z5-10

Limpiador Acido: RO- Cleaner C- /Iron Remover(Removedor de Hierro)
(Litros).

Limpieza de membrana de ósmosis inversa; requerido para el
mantenimiento y duración de las membranas)

Anti-escalante, Roprep (Litros, Se dosifica durante el proceso de filtrado del
lixiviado a través de las membranas para minimizar la incrustación durante
la operación y de esta forma alargar la vida útil de las mismas.)

Módulo Membranas Nanofiltración Reemplazo de membranas etapa de
Nanofiltración, por terminación de vida útil

Cartuchos de Filtración (10 micras) (Unidades) Filtros de cartucho para
Prefiltrado del lixiviado, se requiere reemplazarlos Periódicamente

8.3. MODOS Y FRECUENCIAS DEL TRANSPORTE

Para definir los modos y frecuencias de recolección se tomó como referencia el municipio de Sibate donde se realizó el siguiente proceso:

En el municipio de Sibaté Cundinamarca se realizaron dos (2) visitas, con el fin de realizar la aplicación de dos tipos de encuestas la primera fue desarrollada con funcionarios de la empresa prestadora de servicios públicos de Sibaté EPM de diferente nivel jerárquico, la segunda encuesta fue aplicada a una muestra al azar de 600 habitantes de la cabecera municipal en los diferentes barrios con distinto nivel de estrato.

Estos dos tipos de encuestas fueron aplicados con el fin de tener un conocimiento más claro sobre el manejo y gestión que realizan con los residuos sólidos en el municipio. Dichas encuestas tienen una conformación general que puntualiza en la prestación del servicio, separación de residuos “reciclaje”, educación al ciudadano “capacitaciones”, frecuencia de recolección y el conocimiento de los usuarios acerca de que hacen con los residuos recogidos en sus predios.

8.3.1. Modos y las frecuencias de recolección y sistema tarifario La recolección de los residuos orgánicos es realizada en la mayoría de los casos frente a la vivienda o en el lugar que sea autorizado por la empresa prestadora del servicio, son dispuestos dos días a la semana por sector o barrio es decir ocho días al mes donde son recogidos en unas canecas numeradas entregadas por la alcaldía a cada predio, pero en el caso que habite más de una familia basta con acercarse a la alcaldía para recibir una de estas igualmente numerada. Luego de realizar la recolección, estos residuos son transportados a una planta la cual pertenece a EPM que se encuentra ubicada a las afueras del municipio junto a la zona industrial donde se hace el proceso de compostaje el cual tiene como finalidad producir abonos para el sector agrícola. (Ver gráfica N° 2 Porcentaje de la prestación de servicios de recolección de sólidos en el municipio de Sibaté).

En cuanto a la recolección de los residuos inorgánicos se destina un día por semana en cada sector o barrio, estos residuos son recogidos en bolsas plásticas frente al predio o en el lugar autorizado para realizar el acopio, posteriormente los residuos son llevados al relleno Nuevo Mondoñedo directamente ya que no se realiza el proceso de reciclaje en el municipio.

En cuanto al barrido de las vías y zonas verdes este se realiza dos veces por semana, estos residuos son puestos en bolsas plásticas y transportadas en carros manuales hasta lugares autorizados por la empresa de aseo para luego ser recogidos por los carros recolectores. (Ver anexo C registro fotográfico).

Para la plaza de mercado es dispuesto únicamente el día sábado de cada semana, ya que es uno de los días en que más son producidos estos desechos.

El equipo utilizado para la labor es 30 carros manuales, dos compactadores con una capacidad de compactación de 25 y 16 yardas cada uno, marca Mercedes Freightliner modelos 2009 y 2013, adicionalmente cuenta con una volqueta con capacidad de 7 toneladas modelo 2007, y con un equipo menor para el barrido y limpieza de áreas públicas. La frecuencia de uso corresponde a la misma establecida por las rutas.

El sistema tarifario usado en el municipio funciona por cobro fijo por estrato y por tipo de actividad la cual puede ser industrial y/o comercial para los casos del centro del municipio. (Ver Imagen 8, Sistema tarifario para el año 2016 de acuerdo al uso del predio).

Tabla 18. Sistema tarifario para el año 2016 de acuerdo al uso del predio

PLAN TARIFARIO DE ASEO AÑO 2016 (AGOSTO 2016)									
ACTUALIZACIÓN SEGÚN RESOLUCIONES 351 Y 352 DE 2005 EXPEDIDAS POR LA CAR									
ESTRATO/SECTOR	COMPONENTES					COSTO FIJO	FACTOR SUBSIDIO (%)	VALOR SUBSIDIO CONTRIBUCIÓN	TARIFA FINAL USUARIO
	Facturación y Recaudo	Barrido y Limpieza	Recolección y Transporte	Tramo excedente	Disposición Final				
TARIFA ESTRATO 1	1,975	5,049	5,341	345	1,454	14,164	50	7,082	7,082
TARIFA ESTRATO 2	1,975	5,049	5,341	345	1,454	14,164	40	5,666	8,498
TARIFA ESTRATO 3	1,975	5,049	5,341	345	1,454	14,164	15	2,125	12,039
TARIFA ESTRATO 4	2,002	5,049	5,606	362	1,525	14,545	-	-	14,545
TARIFA ESTRATO 5	2,050	5,049	5,082	392	1,655	15,228	(50)	7,614	22,842
TARIFA ESTRATO 6	2,288	5,049	8,463	546	2,303	18,649	(60)	11,189	29,838
PEQ PTOR OFICIAL	3,126	5,049	16,823	1,066	4,579	30,663	-	-	30,663
PEQ PTOR INDUSTRIAL	3,126	5,049	16,823	1,066	4,579	30,663	(50)	15,332	45,995
PEQ PTOR AFORADO	2,480	5,049	10,378	670	2,825	21,400	(50)	10,700	32,100
GR PTOR COMERCIAL	6,442	5,049	49,894	3,220	13,580	78,185	(50)	39,093	117,278
GR PTOR OFICIAL	6,442	5,049	49,894	3,220	13,580	78,185	-	-	78,185
GR PTOR INDUSTRIAL	6,442	5,049	49,894	3,220	13,580	78,185	(50)	39,093	117,278
INMUEB DESOC (Est 4)	1,471	5,049	314	20	86	6,940	-	-	6,940
CENTROS POBLADOS	1,975	-	4,807	345	1,454	8,581	40	3,432	5,149
Estrato 1 Sin Recolecc	1,975	5,048	4,807	345	1,454	13,629	50	6,815	6,814
Estrato 2 Sin Recolecc	1,975	5,048	4,807	345	1,454	13,629	40	5,452	8,177
Estrato 3 Sin Recolecc	1,975	5,048	4,807	345	1,454	13,629	15	2,044	11,585
Columna sombreada= Tarifa Final Usuario									
Cualquier inquietud acercarse a nuestras oficinas o comunicarla a los telefonos 7250225 ó 5297403. Para daños e inconvenientes las 24 hrs al telefono 5297666									

Fuente: EPM- SIBATE

Tabla 19. Rutas de recolección.

EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE SIBATE SCA ESP				
RUTAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS				
AÑO 2016				
HORARIO	DIA	TIPO DE RESIDUOS		
		ORGANICO	INORGANICO	VEREDAS
6:00AM A 2:00PM	LUNES	CRA 7a	INMACULADA	
		SANTA ISABEL CRA 8 CON CLL 9, CLL 10 ENTRE CRA7 Y CRA 9, CRA 8 DESDE CLL 10 HASTA CLL 12, CRA 9 DESDE CLL 10 HASTA CLL 11, CLL 11 DESDE CRA 9 HASTA CRA 7, CLL 12 DESDE CRA 8 HASTA CRA 7.		
		SAN JORGE		
		LA PAZ		
		SAN RAFAEL		
		EL MIRADOR		
		EL PROGRESO		
		6:00 PM A 8:00 PM		
6:00AM A 2:00PM	MARTES	EL CARMEN	SAN BENITO	
		CRA 7 LA PAZ DESDE EL TUNEL	JAZMIN	
		SAN RAFAEL CLL 5 DESDE CRA 8 HASTA TRV 7C, CLL 4A DESDE CRA 8 HASTA TRV 7C, CLL 4 DESDE CRA 8 HASTA TRV 7C	CHACUA	
		SAN JOSE	GARCIA	
		EL PROGRESO CLL 4A Y CLL 4B CON CLL 9	LA HONDA	
			NERUDA	
6:00AM A 2:00PM	MIERCOLES	SAN JUAN	BALCONES DE SAN JOSE	
		SANTA ISABEL		
		SAN MARTIN		
		VILLAS SANTA ANA		
		LA ESPERANZA		
		LAS PALMAS		
		LOS ROSALES	LA RESERVA	
		PARQUES DEL MUÑA		

FUENTE: Autor (Información recolectada en el municipio)

8.4. Descripción percepción de la población

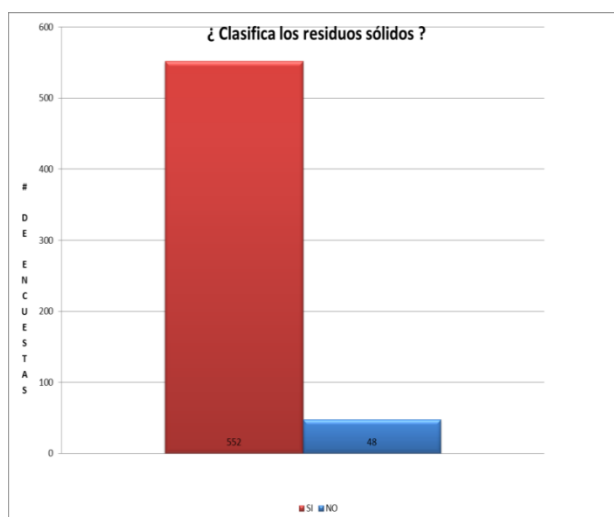
Gráfica 9, Porcentaje de la prestación de servicios de recolección de sólidos en el municipio de Sibaté



FUENTE: Autores

La Gráfica 9 muestra que el municipio tiene una cobertura del 100% del servicio de recolección de los residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos. Uno de los factores principales de cualquier servicio vital es el nivel de cobertura que puede brindar.

Gráfica 10, Porcentaje Clasificación de los residuos sólidos en el municipio de Sibaté

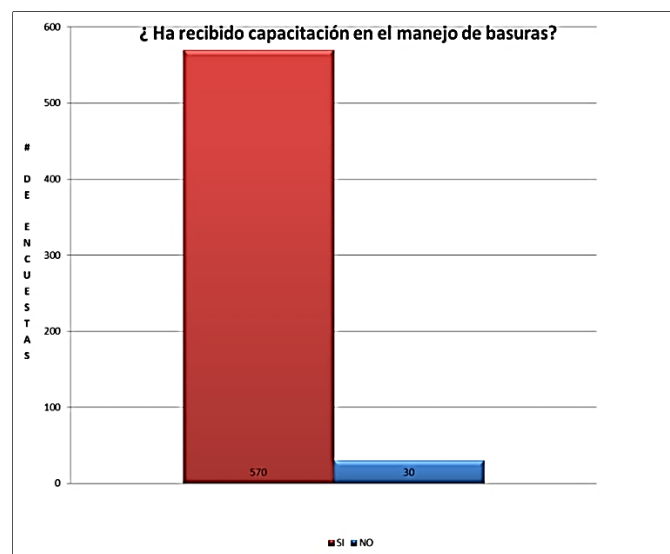


FUENTE: Autores

La Grafica 10, evidencia el nivel de cultura ciudadana frente a la clasificación de los residuos sólidos, la necesidad de concientizar mas al usuario para que todos realicen la clasificación de los residuos desde la fuente.

Los usuarios encuestados que clasifican los residuos sólidos fueron 552 que corresponden a un 92% y el restante 8% no lo tienen en cuenta o no le dan mayor relevancia al trabajo que conlleva la mezcla de todos los residuos.

Gráfica 11, Porcentaje de Capacitación en el manejo de las basuras.



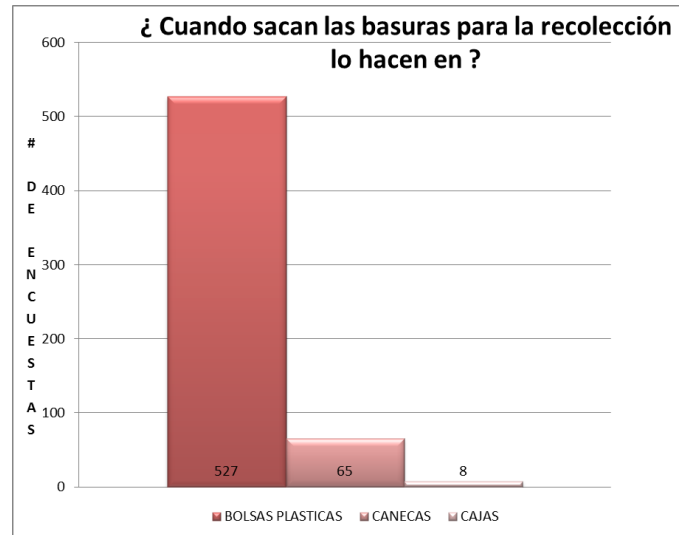
FUENTE: Autores

Un parámetro importante que debe tener la alcaldía y la empresa prestadora del servicio, es capacitar a la población para que así el sistema pueda tener un mejor nivel de operación.

La Grafica 11, muestra que la población del municipio de Sibate encuestada ha recibido una orientación hacia el funcionamiento del sistema, donde con claridad, exponen y educan al habitante, para que en conjunto se pueda hacer uso de las alternativas de manejo de los residuos sólidos y así evitar enfermedades, malos hábitos, desorganización del sistema operativo, malestar en la sociedad etc.

En este caso se tiene 570 usuarios capacitados que corresponden al 95% ,por otro lado, el 5% restante no asistió por algún motivo a las jornadas de sensibilización o no le dió importancia.

Gráfica 12, Porcentaje de Clasificación del recipiente donde los usuarios manejan las basuras.

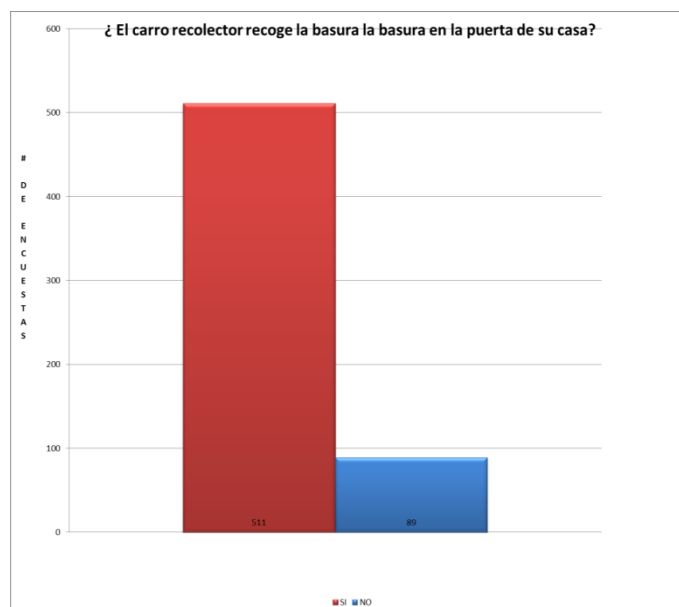


FUENTE: Autores

Una de las alternativas que ha encontrado la alcaldía de Sibate en conjunto con la empresa prestadora del servicio EPM, es el manejo exclusivo de la caneca entregada a la población para el depósito de los residuos orgánicos, esto ha influido mucho en el uso del compostaje ya que en la mayoría de los casos no se mezclan los residuos.

La población, como se puede observar en la Grafica 12, que usa la bolsa plástica para sus residuos corresponde a 527 habitantes, es decir un 87.33%, las personas que por alguna razón no usan bolsas hacen la entrega en una caneca, de su propiedad, que es devuelta en frente del predio o sitio dispuesto por EPM siendo 65 usuarios para un 10,83%, los 8 restantes usuarios que corresponden a un 1.33% dicen que entregan en cajas ya que el volumen es mínimo y no necesitan de caneca o bolsa para la entrega de los residuos.

Gráfica 13. Porcentaje de Recolección de basuras en la entrada del domicilio de los usuarios

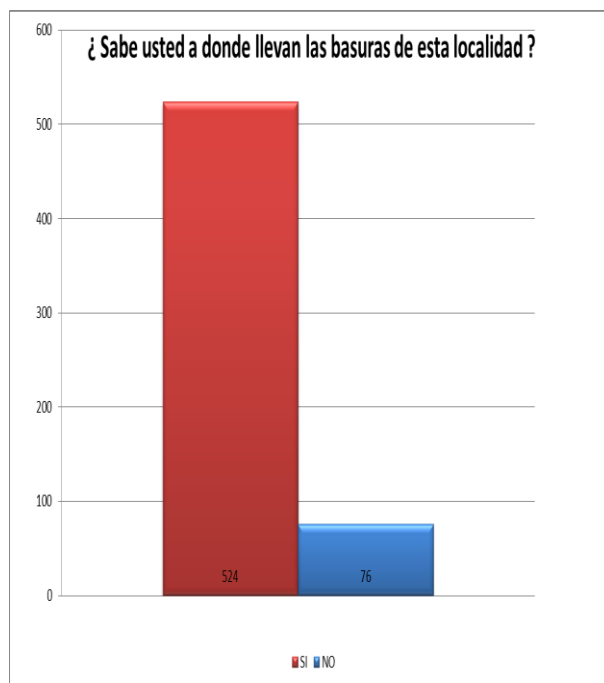


FUENTE: Autores

En cuanto a la cantidad de usuarios que representa la recolección de los residuos frente al predio, debemos tener en cuenta que las vías de acceso a los predios no siempre son vehiculares, por lo tanto, el camión recolector no puede hacer ingreso ya que son vías peatonales o cerradas.

Siendo así, se determinó que los usuarios que entregan sus residuos frente a su domicilio son 511 para un 85.17% y los restantes 89 para un 14.83%, los cuales por razones ya mencionadas, tienen que hacer entrega o disponer sus residuos en puntos estratégicos dispuestos por la empresa prestadora del servicio EPM.

Gráfica 14, Porcentaje de Conocimiento de los depósitos de basuras.

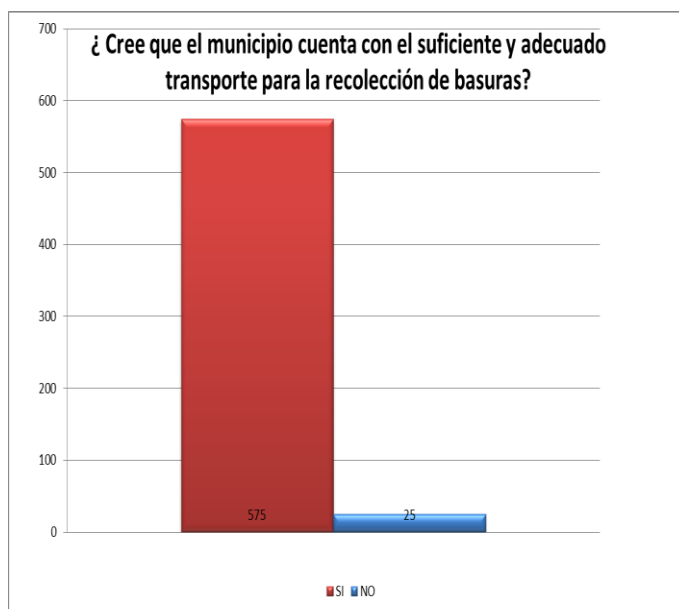


FUENTE: Autores

No todos los usuarios saben o tienen claro los sitios que se tienen para realizar la disposición final de los residuos del municipio, algunos confunden el sitio, otros no responden y la mayoría asegura que son llevados a Mondoñedo los inorgánicos y a la planta de compostaje los orgánicos que entregan en la caneca institucional, según información de los habitantes han sido temas tocados en las campañas de capacitación que ha brindado la alcaldía y la empresa que presta el servicio EPM.

En la Grafica 14, se muestra a los usuarios que conocen a que sitio son llevados los residuos, que corresponden a 524 habitantes, para un 87.33% y el restante se encuentra distribuido entre los que no saben y los que confunden los sitios de disposición final siendo un 12.67%.

Gráfica 15, Porcentaje Opinión de los usuarios sobre el servicio de recolección de basuras.



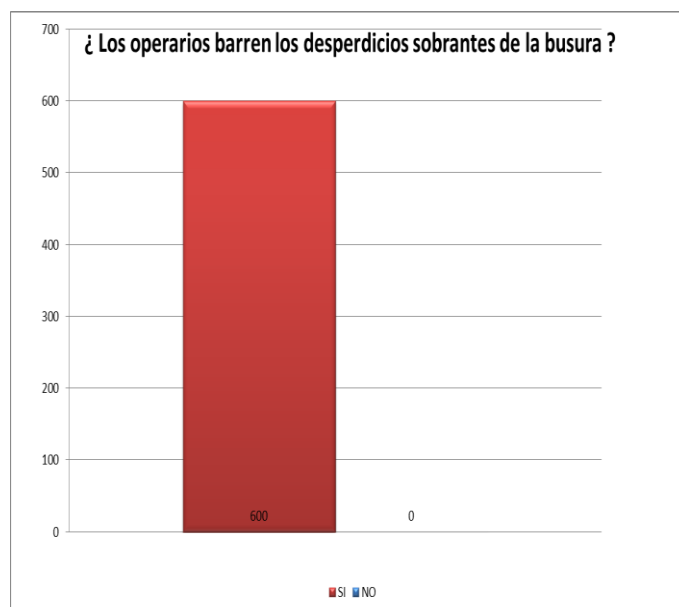
FUENTE: Autores

De acuerdo a la respuesta de la mayoría de los usuarios se puede predecir el nivel de servicio y satisfacción que tienen los habitantes de la cabecera municipal de Sibaté Cundinamarca.

Por lo tanto cabe resaltar que el servicio tiene que implementar mejoras ya que debería contar por lo menos con un carro adicional como apoyo a futuras reparaciones de los que realizan la operación habitual.

Según la Grafica 15, el nivel de satisfacción de los usuarios es del 96% que corresponde a 575 satisfechos y los restantes 25 habitantes, insatisfechos para un 4%.

Gráfica 16, Opinión de los usuarios sobre el manejo de desperdicios en la prestación del servicio de recolección de basuras

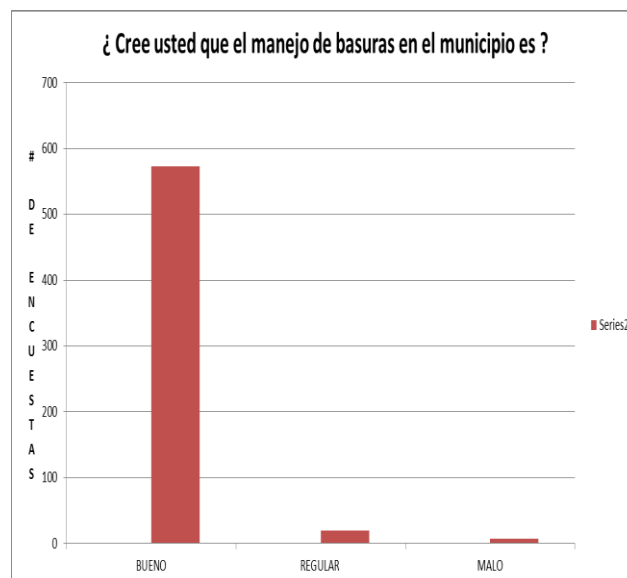


FUENTE: Autores

Según la Gráfica 16, se observa la calidad de servicio que presta la empresa de servicios EPM, donde los usuarios ven el compromiso de los operarios al realizar la labor de recolección.

Para este caso se tiene un nivel de conformidad del 100%.

Gráfica 17, Opinión usuarios sobre el servicio de basuras



FUENTE: Autores

general de los
manejo del
recolección de

De acuerdo al nivel de servicio prestado por la empresa EPM cabe resaltar el nivel de satisfacción de los usuarios, aunque es de vital importancia el reciclaje ya que no cuenta con planta para esta labor.

Por lo tanto, la Grafica 17, muestra 573 personas calificando el sistema como bueno para un 95.5 %, 20 personas calificando el sistema como regular para un 3.3% y 7 personas como malo para un 1.17%.

8.5. CARACTERIZACIÓN FUENTE HÍDRICA – RIO BALSILLAS

Teniendo en cuenta que por parte de la empresa Nuevo Mondoñedo ESP, no fue posible obtener ninguna muestra o caracterización del tratamiento dado a los lixiviados antes de la incorporación de los mismos a las fuentes hídricas, se optó por tomar una muestra del afluente más cercano al relleno, que es el rio balsillas, perteneciente a la cuenca del rio Bogotá y teniendo en cuenta que este rio tiene una clasificación tipo IV, según acuerdo 043 de 2006 se comparó sus características así:

Tabla 20, Caracterización fuente hídrica (Rio Balsillas)

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR MÁS RESTRICTIVO (MÁXIMO QUE SE PUEDE OBTENER)	ANTES DEL VERTIMIENTO DE LOS LIXIVIADOS DE NUEVO MONDOÑEDO	DESPUES DEL VERTIMIENTO DE LOS LIXIVIADOS DE NUEVO MONDOÑEDO	VERIFICACIÓN ENTRE PUNTOS DE VERTIMIENTO PUNTUAL
			CARACTERIZACIÓN RIO BALSILLAS	CARACTERIZACIÓN RIO BALSILLAS	
PARAMETROS ORGANICOS					
DBO	mg/L	50	48	49	2%
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	20000	3650	3799	1%
PARAMETROS NUTRIENTES					
NITRITOS	mg/L	10		0.4	4%
SOLIDOS					
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	40	3	2	-3%
PARAMETROS DE INTERES SANITARIO					
ALUMINIO	mg/L	5	0	0	0%
ARSÉNICO	CL 96/50	0.1	0.0165	0.0178	1%
BERILIO	CL 96/50	0.1	0.01	0.01	0%
BORO	mg/L	0.3-0.4	0	0	0%
CADMIO	CL 96/50	0.01	0.025	0.0246	-4%
CINC	CL 96/50	2	0	0	0%
COBALTO	mg/L	0.05	0.03	0.03	0%
COBRE	CL 96/50	0.2	0.052	0.073	11%
CROMO (Cr+6)	mg/L	0.1	0.0604	0.0661	6%
FLUOR	mg/L	1	0	0	0%
HIERRO	mg/L	5	17.03	17.73	14%
LITIO	mg/L	2.5	0	0	0%
MAGNESO	mg/L	0.2	0	0	0%
MERCURIO	mg/L	0.01	0.007	0.0098	28%
MOLIBDENO	mg/L	0.01	0	0	0%
NIQUEL	mg/L	0.2	0	0	0%
PH	Unidades	4.5-9,0	6.95	8.04	CUMPLE
PLOMO	mg/L	0.1	0.2215	0.2283	7%
SALES	mg/L	3000	0	0	0%
SELENIO	mg/L	0.02	0.0058	0.0075	9%
VANADIO	mg/L	0.1	0.1	0.2	100%

Fuente. Elaboración propia

8.6. VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA NORMA

Teniendo en cuenta que Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico y ambiental – RAS, Título F, sistemas de aseo urbano se realizó la verificación de cumplimiento de la norma para los siguientes parámetros:

8.6.1. Modo de recolección De acuerdo a la norma los residuos sólidos deben ser separados en la fuente antes de ser recolectados por la empresa prestadora del servicio de aseo. En este parámetro el municipio de Sibaté **está cumpliendo**, debido a que ellos realizan la recolección de los residuos orgánicos separados de los materiales reciclables y separados de la limpieza de las vías.

8.6.2 Frecuencia de recolección De acuerdo a la norma, y según el nivel de complejidad medio alto del municipio de Sibaté, para una temperatura menor de 22°C, la frecuencia debe ser mínimo dos veces por semana para los residuos sólidos y una vez por semana para el producto de barrido y limpieza. Estas dos actividades deben realizarse por separado, por tanto el municipio de Sibaté, a pesar de que cumple con la frecuencia la actividad, la realiza simultánea, es decir **No cumple** con la norma.

8.6.3. Sistema Tarifario El sistema tarifario está establecido de acuerdo a la reglamentación de la CRA, Comisión de Regulación de Agua Potable y saneamiento Básico, por tanto el municipio de Sibaté, **Cumple** con la norma.

8.6.4. Transporte El sistema de transporte utilizado en el municipio de Sibaté **está cumpliendo** con la norma ya que esta exige que las basuras separadas se dispongan en canecas domesticas plásticas y el vehículo en carros de compactación que no permita la salida del lixiviado. Por otro lado se tiene establecidas unas rutas que cumplen con los tiempos entre recolección y descarga de los residuos establecidos en la norma.

8.6.5 Equipo Utilizado para la recolección de residuos solidos

- Canecas domesticas: De acuerdo a la norma las canecas deben ser plásticas, con una capacidad de 60 L, dotados con tapa de ajuste que evite la salida de olores y el ingreso de roedores e insectos. Las canecas proporcionadas por el municipio **cumplen** con las características antes mencionadas.
- Vehículos: Los vehículos para el transporte de residuos sólidos deben ser mecánicos, estancos, es decir no permitir el escape de líquidos, solidos o gases, deben tener un tipo de compactación cerrada, contar con un mecanismo de rápida descarga, deben cumplir con los requerimientos de

movilidad y estar completamente identificados con la empresa prestadora del servicio de recolección. Los vehículos con los que cuenta el municipio **cumplen** con las características anteriormente mencionadas.

9. CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta que el proceso de Transporte, recolección y manejo de escombros solo se realizó en el municipio de Sibate y este se tomó como referencia de municipio que deposita los residuos sólidos en el relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, se observa que aunque la población ya cuenta con un grado de preparación y se ha incrementado a través de los años el reciclaje, aún es insuficiente considerando que los desechos que llegan al relleno a través del tiempo ha incrementado.
- La comparación del análisis fisio-químico realizado al río Balsillas antes y después de la descarga de los lixiviados provenientes del relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, muestra que la contaminación de las fuentes hídricas de la región están asociadas con mayor afectación a otros tipos de descargas contaminantes en el trayecto del río, debido a que el incremento de los indicadores contaminantes entre los dos referentes, (antes y después de la descarga de los lixiviados) solo se vio afectado en el parámetro del Vanadio que aumento al doble con referencia al existente antes del vertimiento de los lixiviados y supero el valor permitido por la norma.
- Por otro lado el análisis fisioquímico de las fuentes hídricas permiten concluir que el proceso de manejo de residuos sólidos y lixiviados, interno llevado por el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo es apropiado, debido a que las características de la fuente hídrica después de la descarga cumple con los valores mínimos determinados por la CAR, exceptuando en el componente de Vanadio, es necesario tener en cuenta que los siguientes parámetros químicos antes de la descarga de los lixiviados ya superaba los valores máximos que el afluente debería tener (Plomo, hierro), es decir que el valor aportado por el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo estaría dentro de la norma.
- Basados en el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos que tiene el municipio de Sibate, se pudo observar que en caso de daño o mantenimiento de la flota de Transporte, el municipio no cuenta con disposición suficiente para la recolección de los residuos, esto generaría colapso en el sistema y la población por lo general usa como depósito de basuras las fuentes hídricas, llegando a estas los residuos sólidos sin ningún tratamiento y generando una gran contaminación.
- Las características de los equipos, las frecuencias y la manera de realizar la recolección cumple con la normatividad exigida en el RAS, el único aspecto en el que no cumple es en la recolección por separado de los residuos sólidos con los de barrido de calles y parques.

- A pesar que la normatividad o la actualización del RAS 2017, según resolución 0330 del 08 de junio de 2017, se modificó para evaluar el nivel de complejidad de un sistema, la proyección de la población muestra que el per capita va incrementando la producción de desechos urbanos y esto a su vez hace necesario el desarrollo de nuevas alternativas para concientizar a la población de la necesidad e importancia que debe tener el reciclaje como método de reducción de contaminación ambiental en especial con la reducción en la producción de lixiviados.

10.RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta que el relleno Sanitariode Nuevo Mondoñedo completa su vida útil en el año 2037, es necesario que el municipio de Sibaté, proyecte un terreno donde sea viable la construcción de un relleno sanitario y así mismo municipios aledaños realicen su disposición generando de esta manera un ingreso adicional para el municipio.
2. Es necesario que las entidades estatales que ejercen control de la calidad de los diferentes vertimientos que llegan a las fuentes hídricas realicen un análisis para detectar y corregir los aportantes contaminantes que ingresan de otros sitios diferentes a los rellenos sanitarios.
3. A pesar que la empresa Nuevo Mondoñedo actualmente cumple con la normatividad ambiental vigente, es necesario aplicar nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de contaminación que generan los lixiviados al desembocar en las fuentes hídricas.
4. Se recomienda que la empresa Nuevo Mondoñedo, exija a los municipios que depositan en él, ampliar el porcentaje de reciclaje, con el fin de disminuir la cantidad de residuos sólidos que llegan al relleno y de esta manera ampliar o por lo menos mantener la proyección de vida útil al 2037.
5. Se recomienda a los municipios desarrollar estrategias que les permitan utilizar el reciclaje como un factor de ingreso, donde la población se vea favorecida para incrementar el interés por parte de la población en reciclar y de esta manera disminuir el volumen de residuos que llegan al relleno sanitario.
6. Basados en el resultado, se recomienda ampliar la flota de vehículos de recolección ya que no cuentan con vehículos disponibles en caso de mantenimiento o daño de los equipos que están en circulación, lo cual puede hacer colapsar el sistema.
7. Teniendo en cuenta que el sistema de recolección de residuos sólidos se realiza simultáneo con el producto de limpieza de las vías y los parques es necesario separar dicha actividad para cumplir con lo establecido en la norma.

11. BIBLIOGRAFÍA

ADMINISTRADOR, Descripción de los servicios, {artículo de Internet}, www.epmsibate.com, consulta 13 de Marzo de 2011.

ARISTIZABAL, Catalina. Aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios No Tóxicos en Bogotá D.C. Universidad Pontificia Javeriana, Facultad de Ciencias Jurídicas, Bogotá, 2001

BAYONA, Cogua Ayda, Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de la palma Cundinamarca, Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá 2010.

BEJARANO, Urrego Leonardo, Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de Pacho Cundinamarca, Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá, Agosto 2009.

BOADA, Ortiz Alejandro, Desmaterialización: sistemas producto-servicio, una estrategia diferente de negocios, Universidad Externado de Colombia, Bogotá 2005.

Bogotá Corpoamazonía, Disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Leticia Amazonas, "de chagreros a recicladores", estudio de caso en el resguardo indígena de San Sebastián, 2004.

CASTRO, Aguirre Sindy Paola, Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de la Vega Cundinamarca, Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá 2010.

COLOMBIA, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, Censos 1951-2005.

COLOMBIA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Normatividad Ambiental Colombiana para el manejo de residuos sólidos.

COLOMBIA, Organización Panamericana de la Salud, Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. 2007

COLOMBIA, SIBATE, Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011.

COLOMBIA, SOACHA, Plan de Desarrollo Departamental Audiencia Provincial 2008.

COLOMER, Mendoza Francisco José, Tratamiento y gestión de residuos sólidos, Limusa, México Balderas, 1995.

CHOBANOGLIOUS, George, Gestión integral de residuos sólidos McGraw-Hill, Madrid 1994.

DAVIS, Mackensie. Ingeniería y ciencias ambientales. Mac Graw Hill. 2005.

GARCIA Bautista, Cristian Camilo, Estudio descriptivo sobre las características existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de La Peña Cundinamarca, Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá, Diciembre de 2009.

GEOGRAFÍA MUNICIPAL DE SIBATE. {Artículo de Internet} www.sibate-cundinamarca.gov.co, Consulta: 13 de Marzo de 2011.

GUIIERREZ Thelma, WEBSTER George. Ciudad Basura: Un recorrido por el relleno sanitario más grande de Europa. [en línea], 17 de mayo de 2012 [Revisado 7 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://expansion.mx/planetacnn/2012/05/17/ciudad-basura-un-recorrido-por-el-relleno-sanitario-mas-grande-de-eu>

MESA, Sánchez Óscar y RESTREPO, Mesa María del Pilar, Universidad de Antioquia, Estructurar, documentar y poner en marcha los procesos para la implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos regional (PGIRS-

R) : Plan de gestión integral de residuos sólidos regional mesa regional, Medellín, 2008.

NIÑO, Wilder Mauricio, Centro de acopio de residuos sólidos Neiva-Huila, Universidad La Gran Colombia, Facultad de Arquitectura, Bogotá 2005.

PERDOMO, Calvo Jorge Andrés, Estrategia sobre ubicación y funcionamiento de estaciones de transferencia para el manejo de residuos sólidos en Colombia, Universidad De Los Andes, Facultad de Economía, Bogotá 2010.

PERONA, María. Tendencias en el tratamiento de residuos urbanos en Europa [en línea], febrero de 2016 [Revisado 5 Junio 2017]. Disponible en Internet: <http://www.vidasostenible.org/informes/tendencias-en-el-tratamiento-de-residuos-urbanos-en-europa>

PIVIVDAL, Escriche Ana Jacqueline, Condicionantes geomorfológicos e hidrogeológicos para el emplazamiento de vertederos de residuos sólidos urbanos a escala regional, Universidad Complutense de Madrid, Madrid 1999.

PRIETO, Bolívar Carlos Jaime. Manejo y Transformación practico-económico de basuras. Universidad Central. Bogotá 2001.

RCN RADIO. Dos propuestas recibe la EMAB para aplicar una tecnología en el Carrasco. [en línea], 08 de mayo de 2017 [Revisado 7 Junio 2017]. Disponible en internet: <http://www.rcnradio.com/locales/dos-propuestas-recibe-la-emab-aplicar-nueva-tecnologia-carrasco/>

REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO, Titulo F. Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de agua potable y saneamiento Básico, 2000.

SBARATO, Darío. Aspectos generales de la problemática de los residuos sólidos urbanos. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad regional San Francisco. 2009.

TELLEZ, Montaña Johana Inés, Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de Nocaima Cundinamarca, Universidad La Gran Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá, Noviembre 2010.

12. ANEXOS

Anexo A

ENCUESTA INSTITUCIONAL REALIZADA A LA GERENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS

		GOBERNACION DE CUNDINAMARCA UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
Investigacion: Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos solidos (basuras) en la cabecera municipal de Sibate (Cundinamarca).			
Instrumeto dirigido: Gerencia de Planeacion e Infraestructura Gerencia de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo			
SISTEMA DE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE BASURAS			
1.	Existencia fisica de planta	SI ☐	NO ☐
2.	Cubrimiento del sistema	80% a 100% ☐	60% a 80% ☐ Menos de 60% ☐
3.	La localidad tiene basurero propio	SI ☐	NO ☐
4.	Distancia en (Km) desde la poblacion al basurero	Km	
5.	Frecuencia de recolección:	Diario ☐ Semanal ☐ Otro ☐	Cual:
6.	Hay reciclaje de algunos elementos	SI ☐	NO ☐
7.	Elementos que reciclan	Papel y cartón ☐ ☐ % Latas ☐ ☐ %	Plásticos ☐ ☐ % Vidrio ☐ ☐ %
BASURAS			
8.	Volumen semanal aproximado de los elementos reciclables	Papel y cartón ☐ m3 Latas ☐ m3 En conjunto ☐ m3	Plásticos ☐ m3 Vidrio ☐ m3
9.	El basurero propio se maneja técnica	SI ☐	NO ☐ m3
10.	Para transporte, disposición y manejo, la localidad tiene equipo adecuado	Propio ☐ Otro ☐	Alquilado ☐ Cual:
11.	El equipo disponible es:	Volquetas ☐ Camiones ☐ Cargador ☐ Motoniveladora ☐ Compactadora ☐	Cuantas ☐ UND Cuantos ☐ UND
13.	La extensión del basurero actual es de:	☐ Ha	
14.	Las basuras son transportadas a otro basurero	SI ☐	NO ☐ m3
15.	El volumen mensual aproximado de los residuos en total es de:	☐ m3	
16.	Su concepto sobre el manejo integral actual:		
17.	Su concepto sobre el mejoramiento del sistema:		
Fecha		Cargo	Nombre
			Firma

Fuente: Propia Autores

Anexo B

ENCUESTA REALIZADA A LOS USUARIOS DEL MUNICIPIO DE SIBATE -CUNDINAMARCA

 UNIVERSIDAD La Gran Colombia Afiliada a la Asociación Colombiana de Universidades "ASCUN"			
Investigación: Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes en el manejo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos (basuras) en la cabecera municipal de Sibate (Cundinamarca).			
Instrumento dirigido: Usuarios			
1.	¿ El municipio le presta el servicio de recolección de residuos Sólidos?		
	SI ☐	NO ☐	
2.	¿ Clasifica los residuos sólidos?		
	SI ☐	NO ☐	
3.	¿ Ha recibido capacitación en el manejo de basuras?		
	SI ☐	NO ☐	
4.	¿ Cuándo sacan las basuras para la recolección lo hacen en?		
	Bolsas plásticas ☐	Canecas ☐	Cajas ☐ No sacan basura
5.	¿ El carro recolector recoge la basura en la puerta de su casa ?		
	SI ☐	NO ☐	
6.	¿ Sabe usted a donde llevan las basuras de esta localidad?		
	SI ☐	NO ☐	A donde _____
7.	¿ Cuántas veces a la semana pasa el camión recolector de basuras?		
	1 ☐	2 ☐	3 ☐ 4 ☐
8.	¿ Cree que el municipio cuenta con suficiente y adecuado transporte para la recolección de basuras?		
	SI ☐	NO ☐	¿ Por qué ? _____
9.	¿ Los operarios barren los desperdicios sobrantes de las basuras?		
	SI ☐	NO ☐	
10.	¿ Cree usted que al manejo de basuras en el municipio es:		
	Bueno ☐	Regular ☐	Malo ☐
Observaciones:			

Fuente: Propia Autores

Anexo C

EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS

EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS		
 	 	
	PROYECTO: DIAGNOSTICO TECNICO SOBRE LAS CONDICIONES EXISTENTES EN EL MANEJO DE RECOLECCION, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS (BASURAS) Y SI CUMPLEN CON LA NORMATIVIDAD EN VIGENTE CABECERA MUNICIPAL DE SIBATE	ANEXO C Registro fotográfico de equipo y maquinaria para el proceso de recolección.
Fuente: Autores		

EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

PROYECTO: DIAGNOSTICO TECNICO SOBRE LAS CONDICIONES EXISTENTES EN EL MANEJO DE RECOLECCION, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS (BASURAS) Y SI CUMPLEN CON LA NORMATIVIDAD EN VIGENTE CABECERA MUNICIPAL DE SIBATE

ANEXO C
Registro fotográfico de equipo y maquinaria para el proceso de recolección.

Fuente: Autores

EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

PROYECTO: DIAGNOSTICO TECNICO SOBRE LAS CONDICIONES EXISTENTES EN EL MANEJO DE RECOLECCION, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS (BASURAS) Y SI CUMPLEN CON LA NORMATIVIDAD EN VIGENTE CABECERA MUNICIPAL DE SIBATE

ANEXO C
Registro fotográfico
de Planta de
compostaje.

Fuente: Autores