

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“DIAGNÓSTICO, MANEJO  
Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS  
POR LA COMUNIDAD BOYACA III SECTOR OESTE,  
MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

REALIZADO POR:

**ANELI LUZON GUERRA.**

**JOSE ANTONIO PEREZ A.**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE  
ORIENTE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

BARCELONA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**“DIAGNÓSTICO, MANEJO  
Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS  
POR LA COMUNIDAD BOYACA III SECTOR OESTE,  
MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

REALIZADO POR:

---

**ANELI LUZON GUERRA.**

---

**JOSE ANTONIO PEREZ A.**

REVISADO Y APROBADO POR:

---

**PROF. BELKIS SEBASTIANI.**

Asesor Académico.

BARCELONA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



**“DIAGNÓSTICO, MANEJO  
Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS  
POR LA COMUNIDAD BOYACA III SECTOR OESTE,  
MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI”**

JURADO

El jurado que hace constar que asignó a esta tesis la clasificación de:

---

**Prof. Belkis Sebastiani**

Aseso Académico

---

**Prof. Ana Ghanem**  
Jurado Principal

---

**Prof. María Ramírez**  
Jurado Principal

BARCELONA, ENERO DE 2010



## **RESOLUCIÓN**

**De acuerdo con el Artículo 44 del Reglamento de Trabajos de Grado:**

“Los trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.



Durante estos años de lucha constante, de gratas vivencias, de momentos de éxitos y también de angustias para poder cumplir mis objetivos y así alcanzar uno de mis mas grandes anhelos, culminar mi carrera, los deseos de superarme y de lograr mi meta eran tan grandes que logre vencer todos los obstáculos y es por ello que debo dedicar este triunfo a quienes en todo momento me llenaron de amor y apoyo y sobre todo me brindaron su amistad.

Primeramente a Dios y mi Virgen Del Valle por estar conmigo en cada momento de mi vida guiándome e iluminándome en cada paso a seguir llenándome día a día de bendiciones.

A mi padre Antonio Luzón por creer siempre en mi en que este día llegaría, por sus sacrificios por darme siempre lo mejor por ser mi ejemplo mi guía y mi admiración papa eres el mejor de todos eres lo mas importante en mi vida te quiero muchísimo.

A mi madre Elizabeth de Luzón por brindarme todo su apoyo y cariño durante mi carrera motivándome cada día a la culminación de la misma gracias madre.

A mi hermano David por ser una de las personas más importantes en mi vida que te sirva de guía para que logres todas tus metas y objetivos en la vida.

A mis abuelitos Pedro y Aura por cuidarme y estar siempre pendiente de mi los quiero mucho.

A mis amigos de Anaco de toda la vida Teobaldo, Oliden, Geiser, Gheomar, Carlos C, Carlos V y Williams por tantos momentos compartidos por estar siempre conmigo y por mantener una amistad que a pesar de los años y de las circunstancias se ha mantenido y se mantendrá solida por siempre los quiero muchísimo gracias por ser los mejores amigos del mundo.

A mis amigas de la infancia y de siempre Janetza y Johana crecimos, estudiamos juntas y seguimos siendo las mejores amigas son muchos años de vivencias imposibles de olvidar gracias por estar siempre conmigo.



A mi admita por tantos momentos de alegrías y peleas gracias por todo adma.

A mis amigos Aury y Danny por brindarme su apoyo incondicional y por contar siempre con ustedes gracias los quiero mucho.

A mis amig@s y etern@s compañeras del Puerto Betsy, Emi, Vicmary, Joanna, Clary, Xamary, Ana, Anell, Mafer, David, leo, alixon, Dubraska y aquellas que no están pero que significaron mucho a lo largo de mi carrera les estaré eternamente agradecida.

A Laurita por ser mi compañera y amiga en todo momento gracias mi costi.

A mis compañeros y amigos de estudio, a la clase por tantos momentos de estudio, viajes y vivencias compartidas.

A mi compañero y migo Japi por tantos momentos de estudios, angustias y felicidad compartidos que este sea el primero de muchos triunfos que nos esperan en la vida te quiero mucho miguito.

A todas aquellas personas que me ayudaron y que fueron y significaron parte importante de mi carrera y mi estadía en puerto la cruz mil gracias.

Aneli Luzon G.



A Dios y mi Virgen del Valle, por siempre tenerme en su manto sagrado y darme la oportunidad de lograr esta meta.

A mis padres José Antonio y Nelly por confiar en mí y darme ese apoyo incondicional. Sin ustedes no hubiese sido posible.

A mi Abuelo Pérez Gómez, Tía Georgette, Tío Elías se que donde quiera que estén estarán orgullosos de mi.

A mis Abuelas, Barbar, Josefina y Alejandrina "tata", por siempre estar pendientes de mí, alimentarme en tiempos de crisis, y guardarme en sus oraciones.

A mis hermanas, Vero, Caro y Barbie, las muñequitas de la casa porque de alguna u otra manera me ayudaron a salir adelante y me alegraron la vida.

A mi tía Marlene, como no dedicártela, si eres un ángel, esto es tuyo también, a Jorge por apoyarme siempre.

A Gabrielle, por regalarme su amor y compañía en todo momento.

A Aneli, compañera de tesis, de clases, de rumbas. "Lo logramos Mameli" viste que si se puede.

No podría faltar dedicársela a mis amigos, con los cuales viví momentos de felicidad, tristeza, emociones indescriptibles, Nataniel, Moisés, Rubén "el mono", Andrés "el otro mono", David "lalo", Carlitos, Javier, Manguel, David "el cejon", Rocky, Teobaldo, Orazio, Omar Poncho, Alixon, Lionel, Pedro "el osito", Daniel "el Aguacaton". (Johan Dorta "el nomito" Mario Dicriscio, Julio Reina.QEPD)

Una línea especial a mi primo del alma. Douglas Somoza. I love everybody.

A mis amigas, Lauria, Caliana, Maricelys, Raíza, Marielba, Mafer, Sara,

A todos aquellos compañeros con los que compartí esta larga aventura de estudiar y aprender a vivir.

*"Las Cosas Pasan por que Tienen que Pasar"*

*"No hay mal que por bien no venga"*

*"El tiempo de dios es perfecto"*

**José Antonio Pérez A "JAPA"**



Después de cumplir unas de nuestras mas grandes metas le estamos profundamente agradecidos a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron y que hicieron posible la elaboración y finiquito de nuestro trabajo de investigación

Primeramente a Dios y a la Virgen Del Valle por estar y guiarnos en cada momento de nuestra carrera dándonos animo, fuerza y voluntad para seguir adelante y ver realizado uno de nuestros más grandes metas.

A la Profesora Belkys Sebastiani, Asesora de nuestra Tesis de Grado, por ayudarnos y guiarnos durante la realización de este trabajo. Gracias por su apoyo y por sus valiosas e importantes orientaciones.

. A los Consejos Comunales de la comunidades Boyacá III Sector Oeste, por brindarnos su valiosa colaboración y su interés en mejorar el problema que afecta a su comunidad.

A todo el personal gerencial, administrativo y obrero de los siguientes organismos, empresas y cooperativas: Alcaldía del Municipio “Simón Bolívar”, Instituto Nacional de Estadísticas, Dirección de Urbanismo, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente; muy especialmente a la Empresa MANSUR (Mancomunidad de Aseo Urbano) del Municipio Simón Bolívar Barcelona, a la cooperativa “CARU” gracias por toda la información y apoyo suministrado para la elaboración de este trabajo.

Un agradecimiento muy especial a la Universidad de Oriente Núcleo Anzoátegui, nuestra querida Alma Mater; por ampararnos a lo largo de nuestra carrera y darnos las herramientas necesarias para el logro de este proyecto de vida.



A los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil de La Universidad de Oriente por brindarnos todos los conocimientos necesarios que nos ayudaran a ser mejores profesionales y prepararnos para enfrentar todos los retos que nos depara el futuro.

A todos nuestros compañeros y amigos que nos brindaron apoyo y ayuda durante nuestra carrera, que vivieron junto a nosotros horas de angustias y alegrías muchísimas gracias.

A todas aquellas personas que fueron participe de este logro y que aunque no estén en presencia física estarán siempre con nosotros en espíritu y corazón gracias.

Aneli Luzón G.  
José A Pérez A. “JAPI”



La generación de desechos sólidos constituye un problema ambiental de gran repercusión para la comunidad de Boyacá III Sector Oeste, todo esto debido a diversos factores tales como el crecimiento poblacional con hábitos de consumo inadecuados y educación ambiental precaria, inadecuado manejo de gestión de residuos sólidos por parte de la comunidad entre otras todo esto ocasionando graves problemas al ambiente y a las personas que habitan dicha comunidad.

El estudio estuvo basado principalmente en el análisis y evaluación del sistema actual de recolección y disposición final de los desechos que se generan en dicha comunidad.

Consta de una investigación exploratoria y descriptiva, con base en el estudio de la composición física de los desechos sólidos generados a diario en la comunidad, para obtener los datos se aplicaron encuestas estructuradas dirigidas tanto a la comunidad como al personal del servicio de aseo urbano y domiciliario. Se tomaron muestras para conocer la composición física de los desechos sólidos, las cuales son importantes para evaluar alternativas al proceso de recuperación. Luego, se realizaron observaciones durante dos semanas al equipo y personal de recolección, se midieron los tiempos de recorrido y se efectuó el trazado de ruta empleado para el cumplimiento del trabajo de recolección. En la fase de análisis de los datos, se propuso el diseño de trazados de rutas efectivas, a partir del método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS, 1998); con la finalidad de optimizar el rendimiento del sistema de recolección, Además, se planteó la posibilidad de dar inicio a un programa de Educación Ambiental con el propósito de incorporar a la comunidad a los trabajos de recolección y disposición final de manera que adquieran los conocimientos, las actitudes, la motivación y la voluntad necesarios para mejorar las condiciones y problemáticas ambientales en su sector.



## INDICE DE CONTENIDO

<b>RESOLUCIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>xi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xix</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS</b> .....	<b>xxii</b>
<b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>23</b>
1.1    Introducción.....	23
1.2    Generalidades .....	25
1.3    Planteamiento del Problema:.....	30
1.4    Objetivos de la Investigación .....	32
1.4.1    Objetivo General: .....	32
1.4.2    Objetivos Específicos:.....	32
1.5    Justificación e Importancia.....	33
1.6    Alcance .....	33
1.7    Limitaciones .....	34
<b>CAPITULO II MARCO TEORICO</b> .....	<b>35</b>
2.1    Antecedentes .....	36
2.2. Bases Teóricas.....	37
2.2.1 Residuos Sólidos .....	37
2.2.2 Fuentes y tipos de desechos sólidos .....	37
2.2.3 Características físicas de los Residuos Sólidos.....	40
2.2.3.1 Humedad .....	40
2.2.3.2Densidad.....	40



2.2.3.3 Poder calorífico.....	41
2.2.4 Estimación de la Población .....	42
2.2.5 Composición de los Desechos Sólidos.....	45
2.2.6 Tasas de Generación.....	56
2.2.7 Recolección y Transporte.....	57
2.2.7.1 Rutas De Recolección .....	58
2.2.7.2 Número de viajes.....	60
2.2.8 Disposición Final .....	60
2.2.8.1 Disposición mediante un Relleno Sanitario: .....	61
2.2.8.2 Estaciones de transferencia:.....	64
2.2.8.3 Ventajas y restricciones de un Relleno Sanitario: .....	66
2.2.8.4 Problemas de los Rellenos Sanitarios:.....	67
2.2.9 Plan de educación ambiental. ....	68
2.2.10 Bases Legales.....	68
2.2.11 Glosario.....	69
<b>CAPITULO III METODOLOGIA .....</b>	<b>73</b>
3.1 Generalidades .....	74
3.1.1 Técnicas y herramientas de investigación .....	74
3.1.2 Encuesta a la Población en General .....	75
3.1.3 Determinación de la Tasa de Generación.....	79
3.1.4 Análisis de Rutas de Recolección de Desechos Sólidos .....	80
3.1.5 Tiempos Promedios de Operación .....	81
3.1.6 Estudio de Cantidad y Composición .....	82
3.1.7 Distribución de Pesos de la Composición de los Residuos Sólidos.....	88
3.1.8 Características físicas de los residuos sólidos .....	90
3.1.8.1 Humedad. ....	90
3.1.8.2 Densidad.....	91



3.1.8.3 Poder Calorífico.....	91
3.1.9 Diseño de Rutas.....	92
3.2 Materiales y Equipos.....	94
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>96</b>
4.1 Evaluación de Encuestas .....	97
4.2 Cantidad de Desechos Generados .....	98
4.3 Evaluación del Sistema Actual de Recolección y Disposición Final	99
4.3.1 Equipo Actual de Recolección .....	99
4.3.2 Descripción de las Unidades Recolectoras.....	100
4.3.3 Tipo de Servicio de Recolección.....	101
4.3.4 Personal de Recolección.....	105
4.3.5 Horario de Recolección.....	105
4.3.6 Método de Recolección.....	106
4.3.7 Programación de las Rutas de Recolección.....	110
4.3.8 Tiempos de Recolección .....	111
4.3.9 Sistema de Transferencia.....	111
4.3.10 Implementos de Seguridad .....	111
4.3.11 Sistema Actual del Sitio de Disposición Final .....	112
4.3.12 Cantidad de los Desechos Sólidos Dispuestos.....	117
4.4 Composición de los Desechos Sólidos Generados.....	117
<b>CAPITULO V SOLUCIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>137</b>
5.1 Plan de Educación Ambiental .....	137
5.2 Diagramación e implantación de rutas.....	137
<b>CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>141</b>
6.1 Conclusiones .....	142
6.2 Recomendaciones.....	144
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>146</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



ANEXO A Encuesta al Personal de Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario. ....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO B Encuesta Realizada a la Comunidad de Boyacá III ..... ; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO C. Tabla de Distribución Normal Estandarizada..... ; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO D. Tiempos de Recorrido de las Unidades Recolectoras (Tiempo – Velocidad – Distancia) Semana del 04-06 al 16-06 2009; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO E Inapropiada disposición de los desechos sólidos en la comunidad de Boyacá III, Sector Oeste.....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 1 E Inadecuada disposición en calles de Boyacá III sector Oeste. ....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 2 E Desechos sólidos mal dispuesto en aceras.; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 3 E Incorrecta disposición de Desechos de jardinería frente a las casas. ....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 4 E disposición de los desechos en esquinas y construcciones. ....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 5 E inadecuada disposición de los desechos sólidos en Avenidas .....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 6 E Mala disposición de los desechos sólidos en la Avenida Raúl Leoni. ....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO F Entrada al Relleno Sanitaria “Cerro de Piedra”. Balanza (romana) .....; **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 1 F Lector de la Balanza (romana); **Error! Marcador no definido.**

ANEXO 2 F Área de acopio Relleno Sanitario “Cerro de Piedra”.... ; **Error! Marcador no definido.**



ANEXO 3 F Vías internas cerro de piedra.. **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 4 F Descarga de la compactadora en “cerro de Piedra” ..... **¡Error!**

**Marcador no definido.**

ANEXO 5.F Separación de los desechos realizado por los recolectores el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 6 F Refugio de los recolectores en las adyacencias del el relleno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 7 F otros vehículos que también descargan en el relleno sanitario. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 8 F Almacenamiento de los residuos valorables en condiciones deplorables. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 9 F Maquinaria pesada (bulldozer) realizando arrastre de los residuos sólidos. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO G Recolección en estacionamientos de Boyacá III, Sector Oeste. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 1 G Depósito de residuos sólidos en edificios de la zona en estudio. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 2 G Descarga de pipotes en la compactadora. **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 3 G Recogida en aceras del la comunidad. **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 4 G Residente colocando la basura en la calle para ser recogida. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 5 G Labores de refinamiento de los desechos sólidos..... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 6 G Computadora de salida, en estacionamiento siendo recogido. .... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 7 G Reelección en Avenida 2 de Boyacá III Sector Oeste. . **¡Error! Marcador no definido.**



ANEXO 8 G descarga de retro excavadora en volteo. Avenida 2 de Boyacá III, Sector Oeste. ....**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO H Área dispuesta para la separación de los desechos sólidos. ....**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 1 H Camión con el que se hizo la recogida de las muestras para la composición. ....**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 2 H Muestras representativas de los desechos para realizar la separación.....**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 4 H Parte de la separación de los desechos.**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 5 H Vidrio transparente y ámbar ..**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 6 H Plástico .....**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 7 H Control de pesaje (plástico)....**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 8 H Control de pesaje (cartón) .....**¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO 9 H Equipo que realizo el estudio de composición de los Residuos sólidos. ....**¡Error! Marcador no definido.**



## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.1	Situación Política del Municipio Simón Bolívar.....	19
Figura 1.2	Situación Política de la Zona Los Tronconales .....	20
Figura 1.3	Situación Política Sector Oeste, Boyacá III .....	21
Figura 3.1	Acondicionamiento del espacio .....	83
Figura 3.2	Descarga de los Desechos Sólidos .....	83
Figura 3.3	Muestras de los Desechos Sólidos.....	84
Figura 3.4	Separación de los desechos sólidos .....	85
Figura 3.5	Clasificación de los desechos sólidos .....	86
Figura 3.6	Identificación de los componentes.....	86
Figura 3.7	Control de pesaje (vidrio).....	87
Figura 3.8	Control de pesaje (Cartón).....	87
Figura 3.9	Verificación del pesaje de cada componente.....	88
Figura 4.1	Camión recolector.....	100
Figura 4.2	Desechos acumulados en avenidas.....	102
Figura 4.3	Recolección en acera.....	102
Figura 4.4	Desechos acumulados en estacionamiento.....	103
Figura 4.5	Almacenamiento de recipientes en edificios de poca altura.....	104
Figura 4.6	Almacenamiento de recipientes en edificios de mediana y gran altura.....	105
Figura 4.7	Descarga de los recipientes en compactador .....	107
Figura 4.8	Carga de la retro en avenida.....	108
Figura 4.9	Descarga de la retro en el volteo.....	108
Figura 4.10	Recolección de desechos en estacionamiento.....	109
Figura 4.11	Labores de refinamiento.....	109
Figura 4.12	Recolección de los desechos en apartamentos.....	110
Figura 4.13	Zona de vaciado Relleno Sanitario.....	114
Figura 4.14	Equipo empleado en “Cerro de Piedra”.....	114



Figura 4.15	Vías de acceso internas.....	115
Figura 4.16	Descarga de la compactadora.....	115
Figura 4.17	Labores de segregación de los recuperadores.....	116
Figura 4.18	Labores de cobertura de desechos.....	116
Figura 4.19	Clasificación desechos de comida.....	130
Figura 4.20	Clasificación de residuos de jardinería.....	131
Figura 4.21	Clasificación de papel.....	131
Figura 4.22	Clasificación de cartón.....	132
Figura 4.23	Clasificación del plástico.....	133



## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 2.1	Clasificación de fuentes de Los Residuos Sólidos .....	38
Tabla 2.2	Clasificación de los Residuos Sólidos.....	39
Tabla 2.3	Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades con Población menor a 50 M habitantes.....	49
Tabla 2.4	Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades con Población entre 50,1 y 100 M habitantes.....	50
Tabla 2.5	Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades con Población entre 100,1 y 500 M habitantes .....	51
Tabla 2.6	Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades con Población mayor a 500 M habitantes.....	52
Tabla 2.7	Composición Promedio Sector del Litoral Central.....	53
Tabla 2.8	Composición típica de los desechos (% en peso) en diversos lugares de Venezuela.....	54
Tabla 2.9	Composición Porcentual de los Elementos Individuales y de su Respectivo Contenido de Humedad.....	55
Tabla 2.10	Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Función del Tamaño de la Población Municipal.....	57
Tabla 2.11	Tendencia de Tratamiento y Disposición Final en Diversos Países y Regiones.....	62
Tabla 3.1	Reporte Estadístico del Censo Poblacional 2001 Boyacá III, Sector Oeste.....	76
Tabla 3.2	Proyección de población por el método lineal.....	77
Tabla 3.3	Proyección de población por el método geométrico.....	77
Tabla 3.4	Características del Sector en estudio.....	94
Tabla 4.1	Evaluación de Encuestas en Boyacá III Sector Oeste. ....	97



Tabla 4.2	Características Generales de un Camión de la Flota de Recolección.....	101
Tabla 4.3	Tiempos Promedios de Operación.....	106
Tabla 4.4	Total de desechos descargados en el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” Generados por el Municipio Simón Bolívar desde Mayo 2009.....	117
Tabla 4.5	Componentes de la Composición.....	118
Tabla 4.6	Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Residuos Sólidos en Boyacá III, Sector Oeste, del Municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui .....	119
Tabla 4.7	Elementos Estadísticos de la Categoría Vidrio.....	121
Tabla 4.8	Elementos Estadísticos de la Categoría Residuos de Jardinería.....	121
Tabla 4.9	Elementos Estadísticos de la Categoría Papel.....	122
Tabla 4.10	Elementos Estadísticos de la Categoría Desperdicios de Comida.....	122
Tabla 4.11	Elementos Estadísticos de la Categoría Plástico.....	123
Tabla 4.12	Elementos Estadísticos de la Categoría Cartón.....	123
Tabla 4.13	Elementos Estadísticos de la Categoría Textiles/Ropa.....	124
Tabla 4.14	Elementos Estadísticos de la Categoría Aluminio.....	124



Tabla 4.15	Elementos Estadísticos de la Categoría Otros.....	125
Tabla 4.16	Generados en el Área de Estudio Composición Física Promedio de los Desechos Sólidos Generados en el Área de Estudio.....	126



## **INDICE DE GRAFICOS**

Grafica 2.1	Análisis Económico de una estación de transferencia.....	65
Grafica 3.1	Estimación de tendencia.....	78
Grafica 4.1	Discriminación de los elementos 10 agosto 2009... ..	127
Grafica 4.2	Discriminación de los elementos 11 de agosto 2009.....	128
Grafica 4.3	Discriminación de los elementos 12 de agosto 2009.....	128
Grafica 4.4	Discriminación de los elementos 13 de agosto 2009.....	129
Grafica 4.5	Discriminación de los elementos 14 de agosto 2009.....	129
Grafica 4.6	Discriminación de los elementos 15 de agosto 2009.....	130

## **CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**



## **1.1 Introducción**

Durante las últimas tres décadas del siglo XX, la población ha crecido en un porcentaje significativo, acelerando el incremento poblacional en lugares con limitaciones físicas y naturales, a esta situación, se le agrega la producción concentrada de enormes cantidades de desechos de origen doméstico, llegando a ocasionar un deterioro progresivo en la calidad de vida de las personas, generando daños sociales y económicos como consecuencia de la producción y la inadecuada disposición de los mismos, considerados un problema de primer orden en todas las ciudades del mundo.

Un gran porcentaje de la basura que se genera en Venezuela permanece expuesta en nuestras ciudades, sus consecuencias las palpamos directa o indirectamente sobre nuestra salud, con un marcado deterioro del paisaje urbano; Provocando que hombres y mujeres deambulen escarbando los residuos, la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, la degradación del suelo, la contaminación del aire por malos olores y quemaduras aisladas. Con respecto a la gestión de los residuos sólidos municipales, el análisis sectorial señala que un alto porcentaje de los municipios del país, manejan los residuos sólidos bajo su responsabilidad, en forma directa, sin sistemas de planificación, administración, finanzas, técnico operativos y comerciales.

El Estado Anzoátegui, es una zona de gran potencial turístico, recreacional, con un indiscutible realce económico e industrial, y un desarrollo poblacional que se ve reflejado en sus áreas urbanas. En dicho estado, se encuentra la ciudad de Barcelona - Municipio Simón Bolívar, Comunidad Boyacá III, Sector Oeste, que experimenta situaciones de deterioro ambiental, debido a la excesiva producción de desechos sólidos generados por la comunidad. En este se puede observar basura en las aceras, calles y cualquier sitio que sirva de botadero provisional, el cual en poco tiempo, se convierte en un centro de acopio de desechos para la comunidad, situación que obliga a los residentes a convivir con



numerosos desperdicios generados por ellos mismos, ocasionando la contaminación del ámbito. Cabe señalar que los desechos sólidos dispuestos inadecuadamente generan la contaminación atmosférica, además, son fuente de proliferación de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, etc.), la cual puede transmitir enfermedades infecciosas, ocasionando riesgos para la salud pública; así como para las posibilidades de desarrollo turístico.

La relación entre la salud pública y el almacenamiento inadecuado, la mala recolección y disposición final de los desechos sólidos, aunado a una deficiente educación de la población en cuanto a su participación para abordar este grave desafío, es algo que ha sido comprobado.

Con este trabajo de investigación se pretende realizar un diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos generados por la comunidad de Boyacá III sector Oeste.

Para esto, será necesario, estimar la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, aplicando el método estadístico geométrico, contando con el último censo y el apoyo del I.N.E. (Instituto Nacional de Estadísticas) Determinar las fuentes, y tipos de desechos sólidos generados por la comunidad, para optimizar el funcionamiento del sistema de recolección. Tomar muestras para conocer la composición física de los desechos sólidos, las cuales son importantes para evaluar alternativas al proceso de recuperación. Analizar el transporte y métodos de recolección, realizando recorridos en las unidades recolectoras, de esta forma se conocerán los turnos y las velocidades de cada unidad, para así diseñar rutas de recolecciones posibles y efectivas. Se analizará el funcionamiento del sitio de disposición final de los desechos sólidos, para ofrecer a este sitio una propuesta de rehabilitación en cumplimiento con las normativas técnicas existentes. Se realizará un Plan de Educación Ambiental, incorporando al poder comunal a los trabajos de recolección y disposición final, contribuyendo al saneamiento ambiental, la salud pública, la limpieza y la calidad de vida de la comunidad generadora del tema básico a tratar.



## **1.2 Generalidades**

El Municipio Simón Bolívar está ubicado en la región norte del Estado Anzoátegui limitada por el Norte con el mar Caribe y el municipio Urbaneja, por el Sur Limita con la Parroquia Santa Inés, Municipio Libertad y la Parroquia El Carito, por el Este limita con el estado Sucre y el Municipio Sotillo, y por el Oeste limita con las parroquias San Pablo y San Miguel (Figura 1.1), con una población de 440.363 habitantes y una densidad poblacional de 2581,30 hab./Km<sup>2</sup> en una superficie de 1.706 Km<sup>2</sup>, según el Instituto Nacional de Estadísticas (2009). Este Municipio es uno de los más poblados de la entidad, siendo Barcelona su capital y ciudad principal. Las principales fuentes de ingresos económicos del municipio son el sector servicio y la industria petrolera.

El Municipio Simón Bolívar comprende 280 poblaciones consolidadas y 35 poblaciones en proceso de consolidación (Según Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar en el año 2007), entre ellas se encuentran las comunidades de Boyacá III Sector Oeste con una superficie de 62 Hectáreas aproximadamente.

Esta comunidad está situada en la zona denominada “Los Tronconales”, comprendida entre la vía que conduce al “Polígono de Tiro” (Norte); el poblado que lleva por nombre “Barrio Sucre” (Sur); El cerro La Cuarentena y la Vía Argimiro Gabaldón (Este) y la Avenida Jorge Rodríguez (Oeste) (Figura 1.2).

Boyacá III, Sector Oeste, posee una área total de 62 Hectáreas y está conformada por tres avenidas principales (Av. 1, Av. 2, Av. Raúl Leoni) y calles internas (3, 4, 5, 6, 8 y parte de la 9) con una gran cantidad de estacionamientos y un extenso ramal de veredas de diferente longitudes y direcciones, Esta limitado por el Norte con: Boyacá IV, por el sur: Av. El Mercado, por el Este: Boyacá III



Sector Este, por el oeste: Urb. Fundación Mendoza y Cerro “Tumba de Bello”.  
(Ver Figura 1.3).



Figura 1.1 Situación Política del Municipio Simón Bolívar



**Figura 1.2 Situación Política de la Zona Los Troncales**



**Figura 1.3 Situación Política Sector Oeste, Boyacá III**



### **1.3 Planteamiento del Problema:**

El Estado Anzoátegui, es una zona de gran potencial turístico, recreacional, con un indudable realce económico e industrial, y un desarrollo poblacional que se ve reflejado en sus amplias áreas urbanas. En dicho estado, se encuentra la ciudad de Barcelona - Municipio Simón Bolívar, que experimenta situaciones de deterioro ambiental, debido a la excesiva producción de desechos sólidos generados por sus comunidades, provocando de esta manera una gran decadencia en la salud pública y a su vez limitando las posibilidades de desarrollo económico y turístico de esta entidad.

En la comunidad de Boyacá III Sector Oeste se puede observar, acumulaciones de basura en las aceras, caños, calles, veredas y cualquier sitio que sirva de botadero provisional, que en poco tiempo, se convierte en un centro de acopio de desechos para la comunidad, situación que conduce a muchos de los residentes a convivir con numerosos desperdicios generados por ellos mismos, ocasionando la contaminación de los canales de aguas servidas adyacentes a este sector. Cabe señalar que los desechos sólidos dispuestos inadecuadamente pueden generar gases, humos y polvos que contribuyen a la contaminación atmosférica, además, son fuente de proliferación de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, etc.), la cual puede transmitir enfermedades infecciosas.

Existe una infraestructura física mínima, “Cerro de Piedra” ubicado en el Municipio Bolívar, para la disposición final de los desechos sólidos, este es el único Relleno Sanitario con el que cuentan los Municipios del Estado Anzoátegui, siendo estos los Municipios: Bolívar, Urbaneja, Sotillo y Guanta, el cual cuenta con un manejo adecuado de los residuos sólidos.

En vista de la problemática, con este trabajo de investigación se pretende realizar un diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición final de los



desechos sólidos generados por la comunidad de Boyacá III Sector Oeste. Para esto, será necesario, estimar la población actual que recibe el servicio de aseo urbano, aplicando el método estadístico geométrico, contando con el último censo elaborado por el I.N.E. (Instituto Nacional de Estadísticas) y los reportes estadísticos del censo poblacional 2001. Determinar las fuentes, y tipos de desechos sólidos generados por la comunidad, para optimizar el funcionamiento del sistema de recolección. Tomar muestras para conocer la composición física de los desechos sólidos, las cuales son importantes para evaluar alternativas al proceso de recuperación. Analizar el transporte y métodos de recolección, realizando recorridos en las unidades recolectoras, de esta forma se conocerán los turnos de recolección y la velocidad de cada unidad, para así diseñar rutas de recolecciones posibles y efectivas. Se analizará el funcionamiento del sitio de disposición final de los desechos sólidos, para ofrecer a este sitio una propuesta de rehabilitación en cumplimiento con las normativas técnicas existentes. Se realizará un Plan de Educación Ambiental, incorporando al poder comunal a los trabajos de recolección y disposición final, contribuyendo al saneamiento ambiental, la salud pública, la limpieza y la calidad de vida de la comunidad generadora del tema básico aquí tratado.



## **1.4 Objetivos de la Investigación**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Evaluar el sistema de recolección, manejo y disposición de los desechos sólidos generados por la comunidad Boyacá III Sector Oeste, Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

1. Estudiar las fuentes y tipos de desechos sólidos generados por la comunidad.
2. Estimar la población que actualmente recibe el servicio de aseo urbano.
3. Determinar la composición de los desechos sólidos generados por la comunidad y las tasas de producción de los mismos.
4. Analizar los servicios, sistemas de recolección, los medios y métodos de transporte utilizados por el aseo urbano domiciliario.
5. Diseñar rutas de recolección posible y efectiva.
6. Analizar el manejo y disposición final de los desechos sólidos
7. Elaborar un plan de educación ambiental para la comunidad.



### **1.5 Justificación e Importancia**

La elaboración de este proyecto es con la finalidad de atender el deterioro ambiental que afecta a esta comunidad continuamente y el inadecuado manejo de los residuos y desechos sólidos.

Mediante el diagnóstico del sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos generados por la comunidad Boyacá III, Sector Oeste se definen los siguientes elementos de la gestión de residuos sólidos: fuentes y tipos de generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y evacuación, para así establecer los parámetros y datos uniformes que contribuyan a una gestión sustentable y al mejoramiento de las condiciones sanitarias del área de estudio.

El problema de los desechos sólidos no se debe limitar exclusivamente a la tecnología de su manejo y disposición final, también debe incluir la concientización conductual de las personas generadoras de desperdicios.

Este trabajo aporta información básica que permite formular propuestas para el desarrollo de una alternativa viable con respecto a las bases técnicas actuales de recolección y disposición final de los desechos sólidos como también contribuye con los fundamentos principales para un futuro proyecto de reciclaje.

### **1.6 Alcance**

En cuanto a la fuente y tipo de generación de desechos sólidos, esta investigación se limitó a la comunidad Boyacá III, Sector Oeste, perteneciente al Municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui.



Con respecto a la estimación de población, fue necesario visitar el “Instituto Nacional de Estadísticas” (INE), la Dirección de Servicios Públicos de la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar y los Consejos Comunales constituidos en este sector.

Para lograr obtener los datos correspondientes a la composición y el sistema de recolección, se hicieron numerosas visitas a la sede de la Mancomunidad de los Desechos Sólidos (MASUR).

En vista a la necesidad de dar cumplimiento al objetivo número 6 “Analizar el manejo y disposición final de los desechos sólidos”, se acudió al relleno sanitario Cerro de Piedra ubicado en el mismo municipio.

### **1.7 Limitaciones**

Durante el desarrollo del presente trabajo se presentaron algunas limitantes de las cuales se pueden señalar las siguientes:

Las precipitaciones prolongadas por lo cual se restringe el paso de las unidades recolectoras al sitio de disposición final debido a que estas quedan inmovilizadas en las vías de acceso.

Las necesidades de mano de obra para realizar la composición de los desechos sólidos con muestras suficientemente repetitivas y así obtener resultados con un elevado nivel de confiabilidad.

La escasa disponibilidad de bibliografía y experiencias en la región sobre la composición de los residuos sólidos, que permitiera servir como marco básico de referencia para el desarrollo de la investigación.

## **CAPITULO II MARCO TEORICO**



## **2.1 Antecedentes**

En el año 2008, Monagas y Rodríguez [1], hicieron una evaluación exhaustiva al actual sistema de recolección, manejo y disposición final de desechos sólidos de las comunidades de Boyacá I y II del Municipio Simón Rodríguez del Edo Anzoátegui, realizando recorridos en las unidades recolectoras, de esa forma conocieron los turnos de recolección y la velocidad de cada unidad. Levantaron un diagnóstico de la situación actual del relleno sanitario “Cerro De Piedra” y en base a ello, ofrecieron para ese sitio de disposición final una propuesta de rehabilitación en cumplimiento con las normativas técnicas existentes. Estudiaron la posibilidad de implementar un programa de reciclaje, y que a la vez, optimizara el funcionamiento del sistema de recolección.

En 1999, León y Tovar [2], recopilaron información sobre la planificación de la recolección de los desechos sólidos en el área urbana donde presentaron un enfoque de métodos de diseño de las rutas de recolección de desechos sólidos, establecieron una manera de llevar el control del sistema de recolección desde el punto de vista operacional y financiero; hicieron referencia a algunas técnicas avanzadas utilizadas en el análisis del sistema de recolección.

Reyes y Martínez, en 1993 [3], realizaron un estudio acerca de los desechos sólidos generados en el campus de la Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui, donde se llevaron a cabo observaciones durante meses de los volúmenes de desechos sólidos producidos en diversos sectores de esta casa de estudio, para así ejecutar en un centro piloto seleccionado la caracterización de los mismos. Los resultados obtenidos permitieron proyectar la cantidad de residuos sólidos que generaba cada uno de los sectores estimando un valor global, con la finalidad de determinar la tasa de generación per cápita equivalente, la tasa de recuperación de material reciclable y de materia orgánica putrescible. La solución más idónea a esta problemática fue



desarrollar las técnicas de fermentación y transformación, para producir un abono orgánico, para ser utilizado en el mantenimiento de las áreas verdes de la universidad.

Lusinchi y Marengo, en el año 1992 [4], Realizaron un estudio en donde analizaron y evaluaron el actual sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos generados en la ciudad de Cantaura, proveyeron un método de disposición final de los desechos sólidos, e igualmente, señalaron los objetivos y los elementos necesarios para la elaboración y la aplicación en la población de un Plan de Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos, todo enmarcado dentro de los conceptos básicos de la Ingeniería Ambiental.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1 Residuos Sólidos**

Son todos los desechos que proceden de actividades humanas y de animales, que son normalmente sólidos y que se consideran inútiles o indeseados, los cuales no representa una utilidad o un valor económico para el dueño. Un desecho es definido según el estado físico en que se encuentre, existe tres tipos desechos: sólidos, líquidos y gaseosos.

### **2.2.2 Fuentes y tipos de desechos sólidos**

Las fuentes de desechos sólidos están, en general, relacionados con el uso de la tierra y la zonificación. Aunque se pueden clasificar las fuentes hasta un número indeterminado, se han encontrado útiles las siguientes categorías: 1) residencial, 2) comercial, 3) municipal, 4) industrial, 5) áreas libres, 6) plantas de tratamiento y 7) agrícola. En la Tabla 2.1, se presentan los tipos de desechos, actividades o localizaciones típicas asociadas con cada una de estas fuentes. También se identifican los tipos de desechos generados, que se discuten a continuación. [5]

**Tabla 2.1. Clasificación de fuentes de Los Residuos Sólidos [5]**

FUENTE	INSTALACIONES, ACTIVIDADES O LOCALIZACIONES DONDE SE GENERAN LOS DESECHOS	TIPOS DE DESECHOS SOLIDOS
Residencial	Residencias unifamiliares y multifamiliares, edificios de apartamentos, de poca, mediana y gran altura.	Desechos de alimentos desperdicios, cenizas desechos especiales.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, almacenes de impresos, reparación de automóviles, instalaciones médicas e instituciones, etc.	Desechos de alimentos, desperdicios, cenizas, desechos de demolición y construcción, desechos especiales, desechos ocasionalmente peligrosos.
Municipal*	Como los anteriores*	Como los anteriores
Industrial	Construcción, fabricación, manufacturas ligeras y pesadas, refinерías, plantas químicas, madera, minería, generación de electricidad, demolición, etc.	Desechos de alimentos, desperdicios, cenizas, desechos de demolición y construcción, desechos especiales, desechos peligrosos.
Áreas libres	Calles, avenidas, parques, terrenos vacantes, terrenos de juego, playas, autopistas, áreas recreacionales, etc.	Desechos especiales, desperdicios.
Sitio de Plantas de tratamiento.	Agua, aguas residuales y procesos industriales de tratamiento, etc.	Desechos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de lodos residuales.
Agrícolas	Cultivos, huertos, viñedos, ordeñaderos, corrales de ganado y animales, granjas, etc.	Desechos de alimentos compuestos, desechos de la agricultura, desperdicios, desechos peligrosos.

\* Normalmente se supone que el término municipal incluye tanto, a los desechos sólidos residenciales- como comerciales producidos en la comunidad.

**Tabla 2.2 Clasificación de los Residuos Sólidos [5]**

Tipo	Composición	Fuente
Basura	Residuos de la preparación, cocina, y servicio de alimentos, residuos del mercado, residuos del manejo, almacenaje, y venta de la producción.	Casas, restaurantes, instituciones, negocios, mercados.
Desechos	Combustible: papel, cartón, cajas, barriles de madera, excedentes, ramas de árboles, residuos de podas de jardines, muebles de madera, camas, trastos. No combustible: metales, latas, muebles de metal, polvo, vidrio, utensilios de cocina, minerales.	
Cenizas	Residuos de materiales incinerados para cocinar, calentar e incineración en sitio.	
Desechos de calle	Basura proveniente del barrido, polvo, hojas, los residuos que caen en la alcantarilla, contenido de los pipotes públicos de basura.	Calles, aceras, veredas, terrenos baldíos.
Animales muertos	Gatos, perros, caballos, vacas, etc.	
Vehículos abandonados	Carros abandonados en la calle o en propiedades públicas.	
Residuos industriales	Residuos de procesamiento de alimentos, cenizas y escombros de calderas, desechos de madera, desechos de metal, otros desechos de procesos industriales.	Fábricas, plantas generadoras de electricidad.
Desechos de demolición Desechos de construcción	Madera, tubos, ladrillos, concreto, y otros materiales de construcción provenientes de la demolición de edificaciones y otras estructuras.	Sitios de demolición.
Desechos especiales	Maderas, tubos, y otros materiales de construcción.	Construcciones nuevas y remodelaciones.
Residuos de plantas de tratamiento	Sólidos provenientes del cribado y desarenadores, lodos de los tanques sépticos.	Planta de tratamiento de aguas negras y tanques sépticos.



## 2.2.3 Características físicas de los Residuos Sólidos.

### 2.2.3.1 Humedad

Es una característica importante para los procesos a que puede ser sometida la basura. Se determina generalmente de la siguiente forma: Tomar una muestra representativa, de 1 a 2 Kg, se calienta a 80°C durante 24 horas, se pesa y se expresa en base seca o humedad.[22]

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso}_{\text{inicial}} - \text{Peso}_{\text{final}}}{\text{Peso}_{\text{inicial}}} * 100 \quad [\text{Ec.2.1}]$$

Donde:

Humedad se expresa en Porcentaje

Si el denominador es  $\text{Peso}_{\text{inicial}}$ . Se habla de humedad en base humedad.

Si el denominador es  $\text{Peso}_{\text{final}}$ . Se habla de humedad en base seca

### 2.2.3.2 Densidad

La densidad de los sólidos depende de su constitución y humedad, porque este valor se debe medir para tener un valor más real. Se deben distinguir valores en distintas etapas del manejo.[22]

**Densidad suelta:** Generalmente se asocia con la densidad en el origen. Depende de la composición de los residuos.

**Densidad transporte:** Depende de si el camión es compactador o no y del tipo de residuos transportados. El valor típico es del orden de 0.6 Kg/l.

**Densidad residuo dispuesto en relleno:** Se debe distinguir entre la densidad recién dispuesta la basura y la densidad después de asentado y estabilizado el sitio.



$$\text{Densidad} = \frac{P(\text{Kg})}{V(\text{m}^3)} \quad [\text{Ec. 2.2}]$$

Donde:

P = peso de la basura (kg)

V = volumen de la basura en el recipiente ( $\text{m}^3$ )

### 2.2.3.3 Poder calorífico

Se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo. Se debe diferenciar entre poder calorífico inferior y superior. El Poder Calorífico Superior (PCS) no considera corrección por humedad y el inferior (PCI) en cambio sí. Se mide en unidades de energía por masa, [cal/gr], [Kcal/kg], [BTU/lb]. Se mide utilizando un calorímetro.

También se puede conocer a través de un cálculo teórico, el cual busca en la bibliografía valores típicos de PC por componentes y se combina con el conocimiento de la composición de los residuos:

$$PC = n_0 PC_0 + n_1 PC_1 + \dots + n_n PC_n \quad [\text{Ec. 2.3}]$$

Donde:

$n_1$  = porcentaje en peso del componente.

$PC_1$  = poder calorífico de 1

Ejemplo:  $PC$  plástico 9000 (cal/gr), madera 5000-6000 (cal/gr)

Para facilitar el cálculo del poder calorífico de la basura, en primer lugar se adoptan los siguientes valores como el poder calorífico de cada componente seco[22]:



a) Papel y cartón.....	4.000 Kcal/kg
b) Trapos.....	4.000 Kcal/kg
c) Madera y follaje.....	4.000 Kcal/kg
d) Restos de alimentos.....	4.000 Kcal/kg
e) Plástico, caucho y cuero.....	9.000 Kcal/kg
f) Metales.....	0 Kcal/kg
g) Vidrios.....	0 Kcal/kg
h) Suelo y otros.....	0 Kcal/kg

#### **2.2.4 Estimación de la Población**

Las Estimaciones y Proyecciones de población proveen información acerca del volumen y estructura, por sexo y edad, de la población venezolana; a corto, mediano y largo plazo. Constituye una de las estadísticas más importantes de las producidas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), debido a la gran cantidad de aplicaciones que tienen, como por ejemplo: la planificación por parte del Estado de servicios públicos para una determinada región geográfica, calculo de indicadores, expansión muestral, entre otros.

Las fuentes para realizar las proyecciones de población son provenientes de los censos demográficos, registros administrativos y encuestas especiales de población. Las proyecciones actuales utilizan como base el Censo de Población y Vivienda del año 2001.

Las estimaciones y proyecciones de la población de Venezuela en el ámbito nacional y estatal, se elaboraron utilizando el Método de las Componentes, que considera a una población base, y en forma separada la proyección de cada una de las variables demográficas (mortalidad, fecundidad, migración interna e internacional)



La población base se determina mediante el procedimiento conocido como conciliación censal, el cual consiste en ajustar la población resultante del último censo, con información proveniente de Registros Vitales (nacimientos y defunciones) y censos realizados anteriormente.

Para el cálculo de la población se pueden utilizar los siguientes métodos estadísticos:

Método geométrico: Este método supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada periodo de tiempo, pero en número absoluto, la población aumenta en forma creciente.

$$Pf = Pact (1 + i)^n \quad [Ec. 2.4]$$

Donde:

Pf = Población futura (habitantes).

Pact = Población actual (habitantes).

i = tasa de crecimiento geométrico

n = número de años.

Método lineal: Este método implica incrementos absolutos constantes lo que demográficamente no se cumple ya que por lo general las poblaciones no aumentan numéricamente sus efectivos en la misma magnitud a lo largo del tiempo.

$$Nt = No (1 + r * t) \quad [Ec. 2.5]$$

Donde:

Nt y No = población al inicio y al final de periodo (habitantes).

t = tiempo en años, entre Nt y No.

r = tasa de crecimiento observado en el periodo.



Método parabólico: Se emplea cuando se dispone de estimaciones de la población de tres o más fechas pasadas, el empleo de una curva parabólica puede traer problemas si se extrapola la población por un periodo muy largo, pues los puntos llegan a moverse con mayor rapidez, ya sea en un sentido ascendente o descendente.

$$N_t = a + bt + ct \quad [\text{Ec. 2.6}]$$

Donde:

$N_t$  = volumen poblacional estimado en  $t$  años, después de la fecha inicial.

$t$  = intervalo cronológico en años después de la fecha inicial.

$a$ ,  $b$ ,  $c$  = son constante que pueden calcularse resolviendo la ecuación para cada una de la tres fechas censales o de estimaciones pasadas.

### **Muestreo:**

El muestreo es una herramienta de la investigación científica, su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. El error que se comete se denomina error de muestreo. Obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población, que reproduzca de algún modo sus rasgos básicos.

### **Cálculo del tamaño muestral**

Cada estudio tiene un tamaño muestral idóneo, que permite comprobar lo que se pretende con una seguridad aceptable y el mínimo esfuerzo posible, para el cálculo del tamaño muestral en cada tipo de estudio existe una formula estadística:



$$n = \frac{K^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N+1) + (K^2 \cdot p \cdot q)} \quad [\text{Ec. 2.7}]$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

K = el valor de K depende del nivel de confianza elegido.

N = tamaño de la población.

e = error de muestreo.

p = probabilidad de que ocurra un evento.

q = (1 - p) = probabilidad de que no ocurra un evento.

### 2.2.5 Composición de los Desechos Sólidos

El término composición es utilizado para describir los componentes individuales que conforman el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso. Dicha composición es importante para evaluar las necesidades de equipo, los sistemas, los programas y planes de gestión. El conocimiento de los orígenes y los tipos de residuos sólidos, así como los datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño y la operación de los elementos funcionales asociados a la gestión de residuos sólidos.

Los residuos sólidos están constituidos por materiales y productos, compuestos de papel y cartón, tejidos, vidrio, metal, plástico, madera y basuras procedentes de residuos de comida. Con la excepción de los desperdicios de comida y los tejidos, cada categoría de material está constituida por muchos productos.

Para llevar a cabo una planificación y un proyecto de diseño es necesaria la caracterización de los componentes que integran los residuos sólidos, dentro del área



de generación o de servicio. Las dos razones más importantes por las que son necesarios el muestreo y la clasificación de los desechos sólidos son [14]:

- La determinación de la mezcla de componentes de partida para llevar a cabo la recuperación de materiales secundarios para su reutilización o reciclaje.
- La determinación del carácter de los residuos para su aprovechamiento como combustible o, simplemente, para su incineración.

### **Procedimientos de Muestreo:**

Existen dos procedimientos de muestreo y caracterización de los residuos sólidos procedentes de la recogida municipal. Estos procedimientos son:

- a) Muestreo de camiones de recogida.
- b) Muestreo puntual.

#### a) Muestreo del camión de recogida:

Consiste en elegir diariamente, un camión de recogida, al azar, cargado en una de las áreas designadas para la clasificación y caracterización de residuos. Es necesario esforzarse en limitar el peso de los camiones a 3 o 4 toneladas (2,7 o 3,6 toneladas métricas), cantidad manejable para clasificar en un día. Luego, se pesará el camión de recogida de residuos y este depositará su carga en el centro de la zona de clasificación. Los miembros del equipo de clasificación se disponen rodeando la carga depositada, mientras uno o dos de ellos manejan los contenedores de plástico para depositar los residuos. Cada miembro del equipo tendrá asignado su artículo específico de la lista de componentes, e irá sacándolo del montón principal. Para el desarrollo de este muestreo se fijarán intervalos de tiempo razonables, quizás 2 o 3 días, y debe realizarse un seguimiento de las condiciones meteorológicas extremas para minimizar el posible falseamiento de los datos.



La técnica más eficaz debe dirigirse hacia la separación de aquellos componentes presentes en mayor abundancia, siendo éstos los primeros en separarse. Cuando se hayan llenado los contenedores con el material clasificado, un miembro del equipo los trasladará a la plataforma de la balanza para su pesaje, y regresará con contenedores vacíos para repetir el procedimiento.

b) Muestreo puntual:

El segundo método de muestreo consiste en tomar, al azar, muchas muestras de pequeño peso, a partir de la masa global de residuos sólidos recolectados diariamente. Debido que los residuos están sujetos a muchos factores que influyen sobre ellos y son, mayoritariamente, de carácter variable, es necesario tener en cuenta una gran cantidad de muestras para que los valores ponderados para la masa global de residuos, así como sus características, sean representativos. Desde el punto de vista práctico, un programa de muestreo, basado en muchas muestras de entre 90 y 135 Kg que se someten a clasificación puede ser bastante indicativo del carácter de los sólidos residuales.

Se elige un camión, al azar, del cual se va a realizar el muestreo, se descarga en el suelo de la zona designada y se determina el lugar, de la masa de la carga, de donde se va a extraer la muestra para someterla a clasificación. Este procedimiento repetitivo tiende a atenuar el carácter variable de las muestras y disminuir las deficiencias del muestreo. Los procedimientos descritos para el muestreo a partir del camión de recogida, también son aplicables al muestreo puntual.

Dentro de los estudios realizados en el país, dirigidos a conocer la composición y características de los residuos sólidos municipales y recreacionales se presenta lo siguientes resumen:



Se observa que en las tablas 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5; se agrupan los resultados encontrados en estudios sobre composición de residuos sólidos municipales por tamaño de la población en la localidad donde fueron realizados. [16]

En municipios con población menor a 25 mil hab., la tasa de generación varía entre 0,3 y 0,65 kg/ hab.día.; en municipios con población entre 25 mil y 50 mil habitantes, el rango oscila de 0,29 a 0,75 kg/ hab.día; en los municipios con poblaciones entre 50 mil y 100 mil habitantes, el rango se estima entre 0,6 y 1,1 kg/hab.día; con poblaciones entre 100,1 mil y 500 mil habitantes varía entre 0,6 y 1,15 kg/hab.día y aquellos con poblaciones mayores a 500 mil habitantes, la tasa de generación alcanza hasta 1,2 kg/hab.día.

Mientras mayor es la población de la localidad, la tendencia es hacia una mayor tasa de generación, lo cual se explica por la mayor actividad económica característica de las localidades más grandes.

**Tabla 2.3 Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades  
con Población menor a 50 M habitantes**

Estado	Municipio	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos y Cuero	Residuos de Alimentos	Residuos de Jardinería	Otros
					Fe	No Fe					
Aragua	San Sebastián de los Reyes	13,2	17,7	9,4	4,3	0,4	7,3	2,8	10,8	22,5	11,6
	Camatagua	13,0	17,5	9,2	4,4	0,4	7,4	2,2	11,0	23,7	11,2
Lara	Simón Planas	26,3	6,2	15,8	13,6	---	10,4	---	15,7	12,0	---
Sucre	Santos Marquina	15,1	6,0	8,2	2,9	0,4	3,9	0,3	62,5		0,7
	Cardenal Quintero	27,0	17,0	7,0	6,0	1,0	2,0	---	38,0		2,0
	Pueblo Llano	15,0	8,0	8,0	4,0	2,0	6,0	---	55,0		1,0
	Rivas Dávila	9,1	2,9	5,0	1,4	0,8	0,6	0,6	78,0		1,6
	Rangel	7,8	5,4	7,5	2,8	0,1	1,7	5,6	68,1		1,0
	Pinto Salinas	8,4	2,5	6,2	3,3	0,3	0,8	0,8	74,3		3,4
	Miranda	21,0	10,0	8,0	5,0	2,0	6,0	---	28,0		10,0
	Tovar	10,8	4,7	7,5	1,4	0,1	1,5	0,3	72,0		1,7
Miranda	Sucre	9,1	5,8	5,2	2,4	---	1,1	---	74,2		2,2
	Pedro Gual	11,5	5,9	5,4	1,5	---	3,0	0,4	28,8	20,0	23,5
Monagas	Sotillo	23,2	10,4	6,1	2,9	0,1	2,7	0,7	2,1	18,4	14,5
	Libertador	20,6	11,2	13,2	4,1	0,2	2,5	0,6	18,2	11,8	17,6
	Ezequiel Zamora	15,6	15,3	7,9	3,9	0,2	3,6	0,7	15,4	18,9	18,5
	Caripe	26,8	11,8	7,6	2,5	---	3,0	0,5	33,8	9,3	4,7

Fuente: Ref. [16]

**Tabla 2.4 Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades  
con Población entre 50,1 y 100 M habitantes**

Estado	Municipio	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos y Cuero	Desperdicios de Alimentos	Residuos de Jardinería	Otros
					Fe	No Fe					
Amazonas	Atures	4,8	2,8	6,4	2,8		0,4	1,4	5,9	51,5	24,0
Carabobo	Diego Ibarra	14,9	8,7	3,2	2,0	---	2,0	2,0	6,9	19,3	41,0
Lara	Urdaneta	19,9	17,8	20,7	---	---	7,4	---	2,5	20,7	11,1
	Jiménez	24,4	17,8	21,0	---	2,2	7,5	---	18,4	8,0	0,7
Mérida	Campo Elías	13,7	2,5	5,2	1,4	0,1	0,7	0,6	70,0		5,8
Miranda	Páez Castillo	22,4	19,6	10,9	4,6	1,1	10,0	2,8	15,9	7,5	5,2
Táchira	Torbes	18,4	7,4	19,9	3,3	0,3	0,2	---	50,0		0,5

Fuente: Ref. [16]

**Tabla 2.5 Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades  
con Población entre 100,1 y 500 M habitantes**

Estado	Municipio	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos y Cuero	Desperdicios de Alimentos	Residuos de Jardinería	Otros
					Fe	No Fe					
Aragua	Lomas - Libertador - Mariño	16,9	10,4	3,3	1,7	0,2	2,8	0,8	17,9	21,9	24,1
Carabobo	Juan José Mora - Pto. Cabello	21,5	9,3	8,9	4,0	0,5	4,5	2,1	21,6	11,6	16,0
Mérida	Libertador	18,6	5,6	9,3	2,3	0,3	1,9	2,0	57,9		2,1
Miranda	Plaza	22,4	10,9	19,7	4,6	1,1	10,0	2,8	15,9	7,5	5,1
Monagas	Maturín	19,2	12,9	7,9	2,8	0,2	3,2	0,40	26,2	11,8	15,4
Táchira	San Cristóbal	35,0	7,3	10,5	0,8	0,3	1,4	---	44,0		0,7

Fuente: Ref. [16]

**Tabla 2.6 Composición de los Residuos Sólidos Municipales en algunas localidades  
con Población mayor a 500 M habitantes**

Estados	Municipios	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Metales		Textil	Cauchos y Cuero	Desperdicios de Alimentos	Residuos de Jardinería	Otros
					Fe	No Fe					
Bolívar	Caroní *	30,8	16,6	5,1	10,6	0,5	7,5	1,7	26,2	26,2	1,0
	Caroní **	29,9	16,3	4,7	0,3	0,5	0,8	0,3	46,9		0,3
Carabobo	Valencia	13,3	10,4	23,9	4,1	1,2	10,3	1,8	13,9	15,3	5,8
Zulia	Maracaibo	17,6	13,5	5,5	3,3	0,6	1,3	---	17,9	35,7	4,6
Distrito Federal		22,3	11,7	4,5	2,0	2,9	4,1	---	37,0	4,3	11,2

Fuente: Ref. [16]



- El estudio presentado en la tabla 2.6, muestra el peso y porcentaje de las fracciones en áreas recreacionales. [17]

**Tabla 2.7 Composición Promedio Sector del Litoral Central**

<b>Fracciones</b>	<b>Pesos (Kg)</b>	<b>% en peso</b>
Papel y cartón	9,59	33,63
Alimentos	4,04	14,17
Metales	1,76	6,17
Jardinería	1,03	3,61
Vidrio y cerámica	2,15	7,94
Plástico, caucho y cuero	3,35	11,75
Madera	0,19	0,67
Textiles	0,05	0,18
Inerte, Tierra y Otros	6,35	22,28
Peso Total	28,51	100

Fuente: Ref. [17]

- La tabla 2.7 presenta un resumen de las diferentes categorías de productos y el peso asociado, según un estudio de caracterización de los desechos sólidos generados en las ciudades de Maracaibo, Porlamar, Valencia, Mérida, Puerto Cardón y Caracas. [18]

**Tabla 2.8 Composición típica de los desechos (% en peso) en diversos lugares de Venezuela**

Constituyente	Maracaibo	Porlamar	Valencia	Mérida	Puerto Cardón	Caracas
Cartón y Papel	17,58	25,08	45,84	32,87	34,70	22,26
Metales Ferrosos	3,27*	3,79	6,96	6,30	2,16	1,95
Metales No Ferrosos	0,55**	2,40	---	4,66**	1,08	2,89
Vidrios	5,50	7,42	5,98	10,96	7,93	4,52
Textiles	1,32	2,19	3,448	---	1,23	4,05
Plástico	13,54	11,20	4,48	8,36	9,79	11,70
Residuos de Alimentos	17,89	16,83	32,90***	36,85	25,02	36,98
Residuos de Jardinería	35,66	15,63	---	---	11,27	4,34
Tierra y Piedra	3,06	2,80	---	---	2,73	---
Madera	0,69	0,50	0,36	---	1,66	2,68
Otros	0,90	12,16	---	---	2,35	8,64

\* Incluye metales ferrosos y no ferrosos.

\*\* Incluye sólo aluminio.

\*\*\* Residuos putrescibles.

Fuente: Ref. [18]



La tabla 2.8 hace referencia a un parámetro más específico (contenido de humedad) para los componentes establecidos. [19]

**Tabla 2.9 Composición Porcentual de los Elementos Individuales y de su Respectivo Contenido de Humedad.**

<b>Componente</b>	<b>Peso medio (%)</b>	<b>Humedad media (%)</b>
Vidrio	6,621	2,00
Metal	5,960	3,00
Papel	34,900	23,80
Plástico, cuero, caucho	7,750	3,00
Textiles	2,030	12,00
Alimentos	33,030	59,46
Inertes	2,279	25,00
Jardinería	6,360	57,54
Madera	1,070	20,00
Total	100	

Fuente: Ref. [19]

Los valores elevados de humedad son comunes en los alimentos y desechos de jardinería ya que esos materiales poseen una humedad inherente, el porcentaje de humedad de los otros componentes depende de su humedad superficial.



### **2.2.6 Tasas de Generación.**

La tasa de generación es la cantidad de residuos sólidos promedios generados en kilogramos por una persona en un día. Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día).

Los factores que influyen en la cantidad de desechos producidos incluyen: localización geográfica, estación del año, frecuencia de la recolección, los hábitos y la condición económica de la gente, el alcance de las operaciones de recuperación y recirculación, la legislación y las actitudes del público. Todos estos factores son importantes en la planeación del manejo de los desechos sólidos. [7]

Es posible efectuar una estimación teórica de la tasa de generación utilizando la siguiente expresión:

$$T_s = \frac{D_s}{\text{Población}} \quad [\text{Ec. 2.8}]$$

Donde:

$T_s$  = tasa de generación.

$D_s$  = Producción total de desechos sólidos por día (Kg/ día).

Si los valores conocidos son la tasa de generación y el número de población la ecuación 2.5 queda modificada en la expresión:

$$D_s = T_s * \text{Población} \quad [\text{Ec. 2.9}]$$



En el “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Venezuela 2000” [2] se calcularon las tasas de generación promedio en función del tamaño poblacional del municipio y la generación de residuos urbanos. (Tabla 2.9).

**Tabla 2.10 Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Función del Tamaño de la Población Municipal**

Rango de Población Municipal (hab)	Población Urbana (hab)	Tasas de Generación (kg/hab/día)	*RSU (kg/día)	Generación De RSU (Gg/año)
2.501 a 25.000	2.031.230	0,55	1.117.177	408
25.001 a 50.000	2.644.236	0,59	1.560.099	569
50.001 a 100.000	2.932.410	0,73	2.140.659	781
100.001 a 500.000	7.831.557	0,74	5.795.352	1.115
> 500.000	5.213.787	1,1	5.735.166	2.093
<b>VENEZUELA</b>	<b>20.653.220</b>	<b>0,79</b>	<b>16.348.453</b>	<b>5.967</b>

\* RSU = Residuos Sólidos Urbanos

Fuente: ref. [24]

### 2.2.7 Recolección y Transporte

La recolección de desechos sólidos en áreas urbanas es difícil y compleja debido a que la producción de desechos sólidos residenciales, comerciales e industriales es un proceso disperso que tiene lugar en cada casa, cada edificio, apartamento y cada instalación comercial e industrial, lo mismo que en las calles, parques y aún áreas libres de cada comunidad. El rápido desarrollo de suburbios en todo el país ha complicado más la tarea de recolección.

Los métodos de cargue de los vehículos de recolección se pueden clasificar como manuales y mecánicos. Los métodos comúnmente usados para desechos residenciales incluyen: 1) el levantamiento y acarreo directo de recipientes, 2) el traslado de recipientes sobre ruedas, 3) el uso de pequeños elevadores para transportar los recipientes al vehículo de recolección y 4) Recolector vaciando a



mano el contenido de un recipiente que se carga sobre los hombros, en la parte de atrás de un vehículo de recolección de tipo de compactación. (Este tipo de vehículo comúnmente se usa con cuadrillas de dos y tres personas para la recolección de desechos residenciales en toda Venezuela).

Para la recolección de residuos sólidos que contienen basura, los periodos máximos no deben ser mayores de [6]:

- El tiempo normal para la acumulación de una cantidad que pueda ser colocada en contenedores de tamaño razonable.
- El tiempo que tarda una basura fresca en descomponerse y emitir malos olores dentro de las condiciones de almacenamiento promedio.
- La longitud del ciclo de cría de las moscas, el cual durante climas calurosos es menor de siete días.

### **2.2.7.1 Rutas De Recolección**

Es una manera de garantizarles a los equipos de recolección una vida útil más prolongada, economizar fuerza de trabajo y disminuir el tiempo de recolección consiste en elaborar un buen trazado de las rutas. No existe regla fija para el cumplimiento de este objetivo pero deben considerarse una serie de factores, entre ellos se incluyen:

- Identificar claramente los aspectos normativos, relacionados con la frecuencia y el punto de recolección.
- Conocer el equipo y el personal a emplearse en el servicio de recolección.
- Revisar inicialmente las posibilidades viales, tales como: estado de las vías, calidad del pavimento, entre otros.



El método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente, CEPIS (1998), resume el diseño óptimo de las rutas de recolección con compactadores en las siguientes etapas:

- Sectorización: Dividir el área a servir en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad apropiada de trabajo, utilizando toda su capacidad.
- Diagramación: Desarrollar una ruta de recorrido para cada subsector, de manera que permita llevar a cabo el trabajo de recolección de basura con una menor cantidad de tiempo y recorrido.
- Verificación de rutas: Se recomienda cuantificar la longitud de recorrido por kilómetros de cada ruta, constatar el sentido de circulación (debe contener el menor número de vueltas izquierdas y redondas en “U”), comprobar la transitabilidad de las calles en cualquier época del año, tomar nota de los problemas de circulación ocasionados por calles angostas y describir la ruta de recolección ya verificada para cada zona.
- Implantación de rutas: Consiste en adiestrar a los supervisores y a los choferes de los vehículos de recolección de los residuos sólidos explicando la simbolización de los esquemas de rutas de recolección, como son: comienzo de ruta, dirección del recorrido, recorrido en servicio, recorrido en tránsito, fin de ruta, paradas fijas, horarios, etc.
- Evaluación de rutas: Una vez implantadas las rutas, se evaluará su eficiencia y se efectuarán los ajustes requeridos. Esta evaluación debe realizarse periódicamente, puesto que siempre hay cambio en la producción de la basura debido al proceso de urbanización.



### **2.2.7.2 Número de viajes**

Es el resultado del cociente entre el tiempo disponible de la jornada de trabajo y el tiempo de duración para realizar el servicio de recolección (desde su recogida hasta el sitio de disposición final). El número de viajes puede definirse por la siguiente ecuación:

$$\text{N}^\circ \text{ viajes} = \frac{\text{Td}}{\text{Trecolección} + \text{Ttransporte} + \text{Tdisposición}} \quad [\text{Ec. 2.10}]$$

Donde:

Td = Tiempo de la jornada de trabajo en minutos.

Trecolección = Tiempo de recolección de la ruta en minutos.

Ttransporte = Tiempo de transporte hasta el sitio de disposición final en minutos.

Tdisposición = Tiempo en sitio de disposición final en minutos.

### **2.2.8 Disposición Final**

La disposición final es cuando se disponen los desechos que ya no han podido ser utilizados. Consiste en llevar los desechos sólidos recogidos durante el día de labor hasta el sitio donde van a ser procesados ó donde van a ser colocados por tiempo indefinido. Para la disposición final el método más apropiado es el método de los rellenos sanitarios.



### **2.2.8.1 Disposición mediante un Relleno Sanitario:**

La eliminación de los residuos sólidos por el método de relleno sanitario es considerada como una técnica de disposición final, que tiene en cuenta principios esenciales de ingeniería sanitaria, a fin de evitar todo tipo de contaminación que resulte nociva para la salud pública y el medio ambiente.

La definición más aceptada de relleno sanitario es la dada por la Asociación Americana de Ingenieros Civiles (ASCE): [12]

“Relleno sanitario es una técnica para la disposición de residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, método este, que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, para cubrir los residuos así depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al final de cada jornada”.

Los rellenos sanitarios tienen como finalidad darle un destino cierto y seguro a los residuos sólidos que se generan en los núcleos urbanos. Se deben diseñar rellenos sanitarios de modo que:

- Aseguren la disposición ambientalmente adecuada de los residuos domiciliarios y comerciales e industriales no peligrosos.
- Eviten perjuicios al ambiente y los recursos naturales.
- Aprovechen eficazmente la capacidad disponible.
- Tengan costos aceptables para los usuarios tanto públicos como privados.
- Se ajusten a las normas tanto nacionales como internacionales, de modo de cumplir, no sólo en forma estricta la normativa ambiental vigente, sino además la adecuación de los requisitos técnicos al nivel de las exigencias internacionales.



A continuación, se presenta en la tabla 2.9 la tendencia que existe en algunos países, con respecto a la disposición final y su posterior tratamiento:

**Tabla 2.11 Tendencia de Tratamiento y Disposición Final en Diversos Países y Regiones**

País o Región	Tratamiento o Disposición Final (%)		
	Relleno Sanitario	Combustión	Fermentación Controlada
E.U.A.	80	19	1
Inglaterra	10	----	1
Japón	30	70	2
Alemania	55	40	9
Francia	20	80	1
Suiza	40	55	5
Suecia	80	15	5
España	80	15	5
América Latina	98	1	1

Fuente: Ref. [13]

Criterios Básicos de Evaluación:

Algunos criterios básicos para la evaluación del relleno sanitario son:

**Localización:** La ubicación del terreno juega un papel importante en la explotación del sistema, por cuanto la distancia y más aún, el tiempo al centro urbano de gravedad (plaza principal) repercute en el costo de transporte de los desechos sólidos, debiéndose considerar el uso económico de los vehículos recolectores. Por lo tanto, se recomienda que esté cerca (no más de 30 minutos), también se recomienda que los límites de un relleno estén trazados a una distancia mayor de 200 metros del área residencial más cercana.



**Vías de Acceso:** El terreno debe estar cerca a una vía principal, para que su acceso sea fácil y resulte más económico el transporte de los desechos sólidos y la construcción de las vías internas de penetración. Estas deben permitir el ingreso fácil, seguro y rápido a los vehículos recolectores hasta el frente de trabajo en todas las épocas del año.

**Condiciones Hidrogeológicas:** Además de observar la existencia de nacimientos de agua en el terreno que habrá que drenar bajando su nivel, es necesario evaluar la profundidad del manto freático o aguas subterráneas, dado que es necesario mantener por lo menos una distancia de 1 a 2 metros entre éstas y los desechos sólidos. Así mismo, es preciso identificar las características del suelo, en cuanto a su permeabilidad y capacidad de absorción.

**Vida Útil del Terreno:** La capacidad del sitio debe ser suficientemente grande para permitir su utilización a largo plazo (más de cinco años), a fin de que su vida útil sea compatible con la gestión, los costos de adecuación y las obras de infraestructura.

**Material de Cobertura:** El terreno debe tener abundante material de cobertura, ser fácil de extraer y en lo posible, con buen contenido de arcilla por su baja permeabilidad y elevada capacidad de absorción de contaminantes. De lo contrario, se debe garantizar su adquisición en forma permanente y suficiente, teniendo en cuenta su disponibilidad en lugares vecinos y los costos de transporte. De no ser así, es preferible desechar el lugar antes del inicio de cualquier trabajo, puesto que se corre el riesgo de convertirlo en un botadero a cielo abierto.

**Conservación de los Recursos Naturales:** El relleno sanitario debe estar localizado en un área aislada, de poco valor comercial y bajo potencial de



contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Así mismo, debe estar lo suficientemente alejado de las fuentes destinadas al abastecimiento de agua.

**Condiciones Climatológicas:** Es importante la dirección del viento predominante, debido a las molestias que puede causar tanto en la operación, por el polvo y papeles que se levantan, como por el posible transporte de malos olores a las áreas vecinas. Por tanto, la ubicación del relleno sanitario manual, en lo posible, deberá estar de tal manera que el viento circule desde el área urbana hacia él. En caso contrario, deberán preverse algunas medidas para contrarrestar este aspecto, como la siembra de árboles y vegetación espesa en toda la periferia del relleno.

#### **2.2.8.2 Estaciones de transferencia:**

Este elemento funcional comprende dos pasos: a) la transferencia de residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande, y b) el transporte subsiguiente de los residuos, normalmente a través de grandes distancias, al sitio de disposición final. La operación normalmente tiene lugar en las estaciones de transferencia. Las estaciones de transferencia reducen considerablemente el kilometraje del acarreo, eliminando el tiempo de recogida que las cuadrillas pasan de ir y venir al relleno sanitario. Reducen la necesidad de mano de obra y equipos, así como de combustible y costos de mantenimiento. Una estación de transferencia también tiene otra ventaja: si el relleno sanitario tiene que cerrar temporalmente, el centro puede absorber el aumento durante un corto tiempo. Entre las desventajas podemos mencionar: Oposición para la localización, difícil ampliación y menos flexibilidad para altas de generaciones.

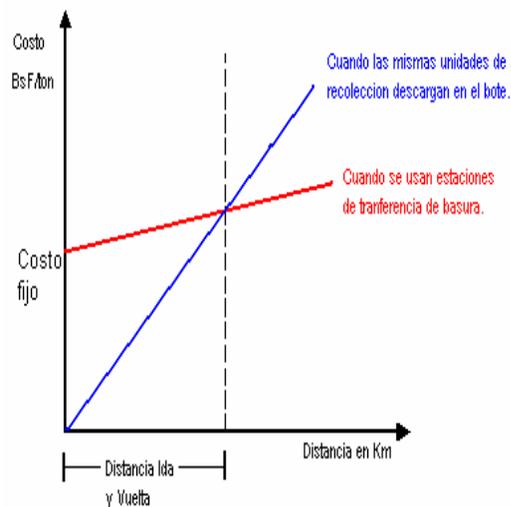
El transporte de los residuos se vuelve antieconómico si los residuos son trasladados a distancias muy grandes. Esto se hace más apreciable cuando la cuadrilla es mayor.



El uso de estaciones de transferencia se ha constituido en una alternativa económica para áreas urbanas donde se generan grandes cantidades de residuos y en que las distancias a los centros de procesos de residuos son importantes. En una estación de transferencia, el residuo es transferido desde camiones recolectores a unidades de transporte de mayor capacidad (transfers). Se puede utilizar vehículos por carreteras, barco o tren.

El análisis económico simplificado queda expresado por la siguiente grafica:

**Grafica 2.1 Análisis Económico de una estación de transferencia.**



Expresado el costo en terminos de  $\text{Bs}^{\text{ton}}/\text{km}$  se tienen las siguientes expresiones del tipo:

$$\text{Re colección. Directa} = C_1 \cdot D$$

$$\text{Estación} = C_2 \cdot D + K$$

en donde

$$C_1 \text{ y } C_2 = \text{Constantes respectivas, en } \frac{\text{Bs}}{\text{ton} \cdot \text{km}}$$

$D$  = Distancia en Km

$K$  = Constante, equivalente a costos fijos, Bs

Componentes mínimos de una estación de transferencia:

- Entrada con zona buffer
- Balanza
- Plataforma de recepción
- Pozo de almacenamiento
- Equipo para mover residuos a los transfers
- Equipos de compactación, generalmente compactadores estacionarios



- Sistema de captación y tratamiento de aguas.
- Oficinas, etc.

### **2.2.8.3 Ventajas y restricciones de un Relleno Sanitario:**

A continuación se detallan las ventajas de implantar un relleno sanitario:

- La inversión de capital es inferior a la que se necesita para implantar cualquiera de los métodos de tratamiento: incineración o compostaje.
- Bajos costos de operación y mantenimiento.
- Un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos, obviando los problemas de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible de descomposición en el compostaje.
- Genera empleo de mano de obra no calificada, disponible en abundancia.
- Se hace viable recuperar terrenos considerados improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción a largo plazo de un área recreativa, o campo deportivo para el uso de la comunidad.

Existen algunas restricciones, entre las cuales se mencionan las siguientes:

- La falta de conocimiento sobre la técnica y manejo del relleno sanitario.
- La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales ya que por lo general se asocia el término "relleno sanitario" al de un "botadero de basura a cielo abierto".
- Existe un alto riesgo de transformarlo en botadero a cielo abierto por la carencia de voluntad política de las administraciones municipales, ya que se muestran renuentes a invertir los fondos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.



- La supervisión debe ser constante para mantener un alto nivel de calidad en las operaciones. La supervisión de rutina debe ser diaria, debiendo ésta contar a su vez con la asesoría de un profesional responsable, quien inspeccione el avance de la obra cada cierto tiempo, a fin de evitar fallas futuras.
- Se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones.

#### **2.2.8.4 Problemas de los Rellenos Sanitarios:**

Los problemas sanitarios causados por la disposición de los residuos sólidos en el suelo se deben a la reacción de la basura con el agua y a la producción de gases, riesgo de incendios y explosiones, como resultado de las lluvias percolando a través de los desechos sólidos y reaccionando con los productos de descomposición, químicos, y otros compuestos, es producido el lixiviado. Si el Relleno Sanitario no tiene sistema de recogida de lixiviados, éstos pueden alcanzar las aguas subterráneas y causar, como resultado, problemas medioambientales y/o de salud. Los peligros de los lixiviados, son debidos a altas concentraciones de contaminantes orgánicos y nitrógeno amoniacal. Microorganismos patógenos y sustancias tóxicas que pueden estar presentes, son a menudo citadas como las más importantes, pero el contenido de microorganismos patógenos se reduce rápidamente en el tiempo en los Rellenos Sanitarios, aplicándose esto último al lixiviado fresco.

Los rellenos sanitarios también privan, a las presentes y a las futuras generaciones, de recursos valiosos, reutilizables y reciclables estimulando la producción de desechos en lugar de la prevención de la contaminación y la reducción de los mismos.



### **2.2.9 Plan de educación ambiental.**

Se desea lograr, que la comunidad tome conciencia del medio ambiente y se interese por él, de manera que adquiriera los conocimientos, las actitudes, aptitudes, la motivación y la voluntad necesarios para mejorar las condiciones y problemas ambientales desde lo individual y lo colectivo. Para ello, la educación ambiental debe establecerse de manera multidisciplinaria e integrada en los sistemas educativos en el marco de una estrategia propia y perseguir tanto la formación ambiental como las capacitaciones de los ciudadanos para conocer y solucionar los problemas ambientales.

### **2.2.10 Bases Legales**

A continuación se presentan algunas leyes, normas y ordenanzas de mayor utilización en nuestro país, relacionadas a los desechos sólidos:

Congreso de la República de Venezuela:

- “Ley Orgánica del Ambiente” Gaceta Oficial N° 31.004 de fecha 16 de junio de 1976.
- “Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio”. Gaceta Oficial N° 3.238 de fecha 11 de agosto de 1983.
- “Ley Orgánica de Régimen Municipal” Gaceta Oficial N° 3.371 de fecha 2 de abril de 1984.
- “Ley Penal del Ambiente”. Gaceta Oficial N° 4.358 de fecha 3 de enero de 1992.  
Alcaldía del Municipio Simón Bolívar
- “Normas para el Manejo de Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Industrial, o de Cualquier otra Naturaleza que no sean Peligrosos”. Decreto 2.216. Gaceta Oficial N° 4.418 (Extraordinario) de fecha 27 de abril de 1992.



- “Normas para la Clasificación y Manejo de Desechos de Establecimientos de Salud (Desechos Hospitalarios)” Decreto 2.218. Gaceta Oficial N° 4.418 (Extraordinario) de fecha 27 de abril de 1992
- “Ley Orgánica de Salud”. Gaceta Oficial N° 36.579 de fecha 11 de noviembre de 1998.
- “Ley de Residuos y Desechos Sólidos”. Gaceta Oficial N° 38.068. (2004).
- “Ordenanza de Reforma de la Ordenanza sobre el Servicio Público de Gestión, Manejo y Administración Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”. Alcaldía del Municipio Simón Bolívar N° extraordinario 10-2005 de fecha 30 de diciembre de 2005.

### **2.2.11 Glosario**

**Basura:** Es un conjunto de materiales, cuerpos u objetos, que no tienen o han perdido valor para una sociedad o persona. Comprende los desechos sólidos, cuyos componentes pueden clasificarse de distintas maneras (domésticos, institucionales, industriales, urbanos y de demolición o construcción). Según su naturaleza puede clasificarse en orgánicas e inorgánicas, combustibles o incombustibles, putrescibles o no putrescibles.

**Centro de acopio:** Lugar donde se recibe, compra o paga el material reciclable segregado para ser procesado parcialmente y luego, ser transportado a las instalaciones de reciclaje o de almacenaje.

**Cuarteo:** Partir o dividir una cosa en cuartas partes y es una operación que se realiza para conocer la composición física de los desechos generados por la comunidad.



**Desecho:** Material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado como materia prima para la industria, reutilizado, recuperado o reciclado.

**Desperdicio:** Son los materiales, cuerpos u objetos que constituyen en sí, los desechos o residuos.

**Estación de transferencia:** Instalación permanente o provisional, en la cual se recibe el contenido de las unidades recolectoras de los desechos sólidos de baja capacidad y se transfieren procesados o no, a unidades de mayor capacidad, para su acarreo hasta el sitio de disposición final.

**Frecuencia de recolección:** Corresponde al número de veces que dentro de un periodo determinado, se recolectan los desechos sólidos generados en un inmueble.

**Fumarola:** Son tuberías que controlan o permiten la salida de los gases que se producen en un relleno sanitario, en su mayoría son hechas con tubos perforados P.V.C. de diámetro igual a 10 cm., la longitud del tubo varía de acuerdo al diseño y tendrá una extensión de dos metros sin perforar sobre el nivel del relleno.

**Lixiviado:** es el líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable. Puede contener tanto materia en suspensión como disuelta, generalmente se da en ambos casos. Este líquido es más comúnmente asociado a Rellenos sanitarios, en donde, como resultado de las lluvias percolando a través de los desechos sólidos y reaccionando con los productos de descomposición, químicos, y otros compuestos, es producido el lixiviado.



**Manejo:** Conjunto de operaciones dirigidas a darle a los desechos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente. Comprende la recolección, almacenamiento, transporte, caracterización, tratamiento, disposición final y cualquier otra operación que los involucre.

**Recolectores:** Personas que tienen como oficio la acción de buscar y seleccionar materiales aprovechables en un relleno sanitario.

**Percola:** se refiere al movimiento y filtración de fluidos a través de materiales porosos no saturados.

**Problemas Ambientales:** Son aquellos conflictos que afectan directamente al ambiente e indirectamente la salud pública.

**Reducir:** Consiste en la menor generación de desechos, evitar el desperdicio de productos y alimentos consumidos.

**Recolección Selectiva:** Consiste en la selección y separación, por parte de los ciudadanos, de los productos recuperables de los residuos, para posteriormente depositarlos en lugares o contenedores especiales. Esto facilita el que puedan ser reciclados o reutilizados.

**Refinamiento:** Método que consiste en recoger los materiales esparcidos en el lugar de almacenamiento.

**Relleno Sanitario:** Dispositivo destinado a la recepción y colocación adecuada, ordenada y como almacenamiento permanente en el suelo, de los desechos sólidos y semisólidos, que es proyectado, construido y operado mediante la



aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria ambiental, con el objetivo de evitar riesgos a la salud y controlar los desequilibrios ambientales que puedan generarse.

**Residuo:** Todo material en estado, sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decida no utilizar nuevamente.

**Residuos Domésticos:** Residuos que proceden de las viviendas de la sociedad.

**Reuso:** Son las diferentes formas de reutilización que se dan a los objetos. Ejemplo: Usar de nuevo las bolsas plásticas del automercado.

**Tratamiento o Procesamiento:** Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su manejo.

## **CAPITULO III METODOLOGIA**



### **3.1 Generalidades**

En este capítulo se presenta la metodología empleada para el logro de los objetivos planteados en el presente trabajo, donde fueron utilizadas las siguientes técnicas y herramientas de investigación.

#### **3.1.1 Técnicas y herramientas de investigación**

Para la ejecución de esta técnica se realizaron reuniones con funcionarios de la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar (Dirección de Servicios Públicos), Los Consejos Comunales del área a tratar. Como resultado de estas se recabó información disponible sobre el manejo de los desechos sólidos.

Entre la Normas y leyes vigentes en nuestro país que se usaron para el desarrollo de este proyecto están:

Decreto N° 2.216: “Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que o sean peligrosos”. Gaceta oficial N° 4.418 Extraordinario de fecha 27 de Abril de 1992. [20]

Gaceta Oficial N° 38.068: “Ley de residuos y desechos sólidos”. Año 2004. [05]

N° extraordinario 10-2005: “Ordenanza de Reforma de la Ordenanza sobre el Servicio Público de Gestión, Manejo y Administración Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”. De la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar, fecha 30 de Diciembre de 2005. (Anexo A).

Para obtener las características geográficas y física del área en estudio se obtuvo del levantamiento aerofotogrametrico digital Barcelona – Puerto la Cruz –



Lechería – Guanta estado Anzoátegui hoja N° L – 13 del Ministerio de Desarrollo Urbano (1999) escala 1:5000.

Se realizaron visitas a las instalaciones de la Mancomunidad de los Desechos Sólidos (MASUR) que son los encargados de la recolección domiciliaria en el Municipio Simón Bolívar desde el 22 de mayo 2009. Donde antes operaba ASEAS Barcelona C.A., con el fin de conocer el manejo de los servicios de aseo urbano, el horario, las rutas, los equipos y el personal de recolección.

Se hicieron visitas al Relleno Sanitario “Cerro de Piedra”, el cual también es administrado por (MASUR), con la finalidad de analizar los componentes técnicos – operativos, la cantidad de desechos descargado y el sitio de disposición final de los desechos sólidos.

### **3.1.2 Encuesta a la Población en General**

Para recabar datos sobre los desechos generados en la comunidad y su disposición se llevó a efecto una encuesta a una muestra de la población actual. La población actual se determinó aplicando el método estadístico geométrico, para ello se empleó la tasa de crecimiento geométrica equivalente a 3.60%, ya que según el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), este es el valor para el Municipio Simón Bolívar del estado Anzoátegui, también se emplearon los reportes estadístico del censo poblacional 2001, último censo elaborado por el I.N.E., según estos reportes Boyacá III Sector Oeste contaba con 12001 habitantes.



**Tabla 3.1 Reporte Estadístico del Censo Poblacional 2001 Boyacá III,  
Sector Oeste**

SECTORES	TOTAL VIV	MASC	FEM	TOTAL
1A	666	1670	1716	3386
1B	250	560	576	1136
1C	163	398	417	815
1D	411	1140	1192	2332
3A	187	490	491	981
3C	292	780	772	1552
Resd. Las Margaritas	123	---	---	245
Resd. Toquita Mejias	96	---	---	336
Resd. Alto Guaica	252	---	---	882
Resd. Campanario	96	---	---	336

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE)

$$P_{\text{BOYACA III S.O}} = 3.386 + 1.136 + 815 + 2.332 + 981 + 1.552 + 245 + 336 + 882 + 336$$

$$P_{\text{BOYACA III S.O}} = 12001 \text{ hab}$$

Tomando como referencia esta cifra y aplicando las fórmulas del método geométrico [Ec. 2.4] y método lineal [Ec 2.5] se obtuvo para el año 2009 una proyección de la población:

Método geométrico:

$$P_{f(2009)} = P_{act(2001)} \times (1 + 0,036)^8$$

$$P_{f(2009)} = 12001 \text{ hab} \times (1 + 0,036)^8$$

$$P_{f(2009)} = 15925,59 \approx 15930 \text{ hab.}$$

**Tabla 3.2 Proyección de población por el método geométrico**

Año	Población
2002	12.433
2003	12.881
2004	13.344
2005	13.825
2006	14.322
2007	14.838
2008	15.372
2009	15.926
2010	16.499
2011	17.093

Método lineal:

$$Nt_{(2009)} = 12001 (1 + 0,036 * 8)$$

$$Nt_{(2009)} = 15.457,288 \text{ hab.}$$

$$Nt_{(2009)} = 15.457, 288 \approx 15.457 \text{ hab.}$$

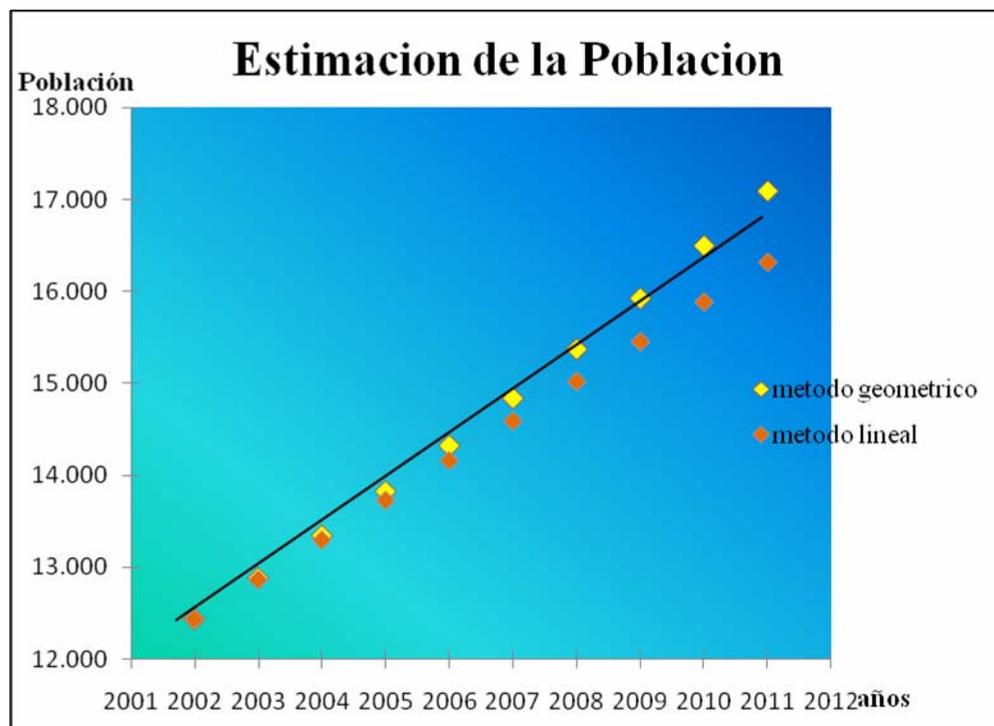
**Tabla 3.2 Proyección de población por el método lineal**

Año	Población
2002	12.433
2003	12.865
2004	13.297
2005	13.729
2006	14.161
2007	14.593
2008	15.025
2009	15.457
2010	15.889
2011	16.321

Ajustando los valores de ambos métodos con una línea de tendencia se obtiene



Grafico 3.1 Estimación de tendencia



Como ambos métodos arrojan resultados similares, se escogió el resultado obtenido mediante el método geométrico, entonces la proyección de población para el 2009 es de 15.930 habitantes.

Para determinar la muestra de la población actual se empleó la [Ec.2.7], siendo la siguiente:

$K = 1,96$ . Para un 95% de confiabilidad. (Según la Tabla de Distribución Normal Estandarizada en el Anexo C). [21]

$N = 15930$  hab.

$e = 0,05$ .

$p = 0,50$ .



$$q = 0,50.$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 15930 \times 0.50 \times 0.50}{(0.05)^2 \times (15930 + 1) + [1.96^2 \times 0.50 \times 0.50]}$$

$$n = 384,11 \approx 390 \text{ encuestas}$$

### 3.1.3 Determinación de la Tasa de Generación

Para determinar la tasa de generación de los desechos sólidos, primero se conoció la cantidad de los desechos sólidos generados por día y la población actual de las comunidades seleccionadas. Por lo tanto, la tasa de generación se obtuvo aplicando la [Ec. 2.8] de la siguiente manera:

$$T_s = \frac{485000 \text{ kg/día}}{440363 \text{ hab}}$$

$$T_s = 1.10 \frac{\text{kg}}{\text{hab}}/\text{día}$$

A partir de este valor se determinó el total de desechos generados en un día en la comunidad Boyacá III Sector Oeste en estudio [Ec. 2.9]:

$$D_s = 15930 \text{ hab} \times 1.10 \frac{\text{kg}}{\text{hab}}/\text{días}$$

$$D_s = 17523 \text{ kg/día}$$



### **3.1.4 Análisis de Rutas de Recolección de Desechos Sólidos**

Se coordinó con la empresa “MASUR” Barcelona, para realizar el estudio de las rutas. Una vez coordinada la semana, se ubicaron los materiales y equipos necesarios para realizar dicho estudio (plano del área, cronómetro, cámara digital). Durante la semana de estudio se conocieron los siguientes factores: el inicio de jornada, comienzo de ruta, dirección del recorrido, fin de la ruta, condiciones actuales de la unidad de recolección empleada, las condiciones de operación de los trabajadores, el tiempo, distancia y velocidad utilizados en cada ruta de recolección.

En el Anexo D, se presentaron los resultados diarios correspondientes a los tiempos de recolección en las comunidades, el tiempo de recorrido desde las comunidades hasta el relleno sanitario y tiempo de estadía de la unidad recolectora en el relleno. A partir de estos resultados se realizó un promedio de todos los tiempos, por ejemplo:

Valor promedio del tiempo de recolección en Boyacá III Sector Oeste:

$$\text{Trecoleccion: } \frac{237 + 200 + 240 + 228 + 196 + 235}{6} = 223 \text{ min}$$

En este caso los tiempos de recorrido del segundo viaje no se tomaron en cuenta para el tiempo promedio porque la unidad recolectora continúa la recolección en el Sector Boyacá III Sector Este. De esta misma forma, se determinaron los tiempos promedios de recorrido desde las comunidades hasta el relleno sanitario y el tiempo de estadía de la unidad recolectora en el relleno.

Tomando en cuenta que la jornada de trabajo es de 8 horas, se determinó el número de viajes a efectuarse en un día de recolección.



Para calcularse el número de viajes, se aplicó la [Ec. 2.10]:

$$\text{Nº viajes} = \frac{480 \text{ min}}{223 \text{ min} + 30 \text{ min} + 20 \text{ min}}$$

$$\text{Nº de viajes} = 1,758 \approx 2 \text{ viajes diarios}$$

### **3.1.5 Tiempos Promedios de Operación**

Durante la semana del análisis de las rutas, fueron determinados los tiempos promedios de operación, tales como: compactación, estadía en estacionamientos, refinamiento y maniobra de retro.

Todos los tiempos de operación se determinaron mediante el uso de un cronómetro y haciendo un promedio de los tiempos medidos durante tres (3) días. El tiempo de compactación se midió desde la parte trasera del vehículo, una vez completada su capacidad, comprimía los desechos sólidos hasta el interior de la unidad. La estadía en estacionamientos, es el tiempo de recolección de los desechos en los estacionamientos. El refinamiento corresponde al tiempo de recolección de los materiales finos (desechos sin bolsa, restos de arboles, etc.). Y por último, la maniobra de retro fue el tiempo en que la unidad tardaba en ingresar hasta los estacionamientos en retroceso.

El cálculo de tiempo de refinamiento, se elaboró haciendo promedio, es decir, una sumatoria de todos los tiempos dividido entre el número del mismo, como se indica a continuación:



**Tiempo de refinamiento**

$$= \frac{[2 \text{ min } 23,81 \text{ s} + 7 \text{ min } 6,81 \text{ s} + 1 \text{ min } 12,32 \text{ s} + 2 \text{ min } 56,74 \text{ s} + 3 \text{ min } 40,04 \text{ s} + 47 \text{ s}]}{6}$$

Tiempo de refinamiento = 3 min

Para calcular los demás tiempos de operación, se realiza el mismo procedimiento anterior.

Estos valores del tiempo pueden variar debido a diferentes factores, tales como:

- 1.- Cantidad de desechos sólidos a recolectar.
- 2.- Tipo de desechos (colchones, troncos de árboles, láminas de zinc, luces de emergencia, etc.).
- 3.- Acceso y movilidad a las calles o avenidas.

### **3.1.6 Estudio de Cantidad y Composición**

Para determinar los puntos tratados en este objetivo se requirió de una cantidad de residuos domésticos (muestras representativas) procedente de la comunidad en estudio. Debido a las continuas precipitaciones no se logró hacer la composición en las instalaciones de (MASUR), por lo cual dicho estudio se llevó a cabo, en el campo de entrenamiento del Cuartel Militar Bacazaraza debidamente acondicionado y autorizados, por no haber vehículos de recolección disponibles en la semana de estudio, se procedió a recolectar las muestras en un camión de nuestra propiedad.



**Figura 3.1 Acondicionamiento del espacio.**



**Figura 3.2 Descarga de los Desechos Sólidos.**



El campo de entrenamiento, comprende un área de 5000 m<sup>2</sup> aproximadamente, donde se acondiciono un espacio de 40 m<sup>2</sup>. Cabe destacar que los estudios se realizaron en horas de la mañana al aire libre, por lo cual contamos con buena iluminación, aireación además de un fácil acceso.

El estudio de cantidad y composición de los desechos sólidos se realizó durante seis días, a partir del Lunes 10 - 08 - 09 hasta el Sábado 15 - 08 - 09, para ello se abrieron y vaciaron de 8 a 10 bolsas plásticas que en total pesaban desde 85 Kg. a 106,5 Kg.



**Figura 3.3 Muestras de los Desechos Sólidos.**



Una vez descargadas las bolsas del camión se inicio la clasificación de cada uno de los materiales, colocándolos en el área designada para cada uno. Luego se depositaron en bolsas plásticas oportunamente identificadas.



**Figura 3.4 Separación de los desechos sólidos.**



**Figura 3.5 Clasificación de los desechos sólidos.**



**Figura 3.6 Identificación de los componentes.**



Los materiales clasificados fueron 9 en total, luego se realizó el pesaje de cada uno de los materiales por separado para tomar notas del peso.



**Figura 3.7 Control de pesaje (vidrio).**



**Figura 3.8 Control de pesaje (Cartón).**



**Figura 3.9 Verificación del pesaje de cada componente.**

Para obtener la composición física de los desechos sólidos, se realizó un promedio de los porcentajes en peso de los materiales ya clasificados, en los seis días de estudio.

### **3.1.7 Distribución de Pesos de la Composición de los Residuos Sólidos**

Para llevar a cabo, la distribución de los pesos de la composición, se pesaron las bolsas tomadas para el muestro inicial, antes de la clasificación (muestra representativa). Luego de la clasificación se realizó el pesaje de los distintos materiales para obtener el (peso total clasificado). Ya separados los componente la diferencia entre estos dos pesos totales, se debe a la perdida de humedad.



Para el 10 de agosto de 2009, se tomó una muestra de 93 Kg., se clasificaron las categorías seleccionadas y el peso total clasificado se obtuvo de la siguiente manera:

Peso total clasificado = 8,40 Kg. (papel) + 1,75 Kg. (textil) + 7,85 Kg. (plástico) + 1,40 Kg. (aluminio) + 19,25 Kg. (vidrio) + 5,70 Kg. (cartón) + 9,10 Kg. (jardinería) + 37,50 Kg. (desperdicios de comida) + 1.20 Kg. (otros)

Peso total clasificado = 92,15 Kg.

Diferencia = Peso total muestreado – Peso total clasificado

Diferencia = 93 Kg. – 92,15 Kg.

Diferencia = 0,85 Kg.

#### **Elementos estadísticos:**

Las formulas empleadas para dichas pruebas fueron las siguientes:

$$X = \Sigma X_i / N$$

$$v = \Sigma (X_i - X)^2 / N - 1$$

$$d = (\text{Varianza})^{1/2}$$

Donde:

$X_i$  = Peso observado para cada muestra.

$X$  = Media Aritmética.

$N$  = Número de pruebas.

$d$  = Desviación Standard.

$v$  = Varianza.

**Categoría: Vidrio**

$$X = \sum X_i / N \rightarrow 110,55 / 6 \rightarrow \text{Media: } 18,43$$

$$v = \sum (X_i - X)^2 / N - 1 \rightarrow 488,0288 / 5 \rightarrow \text{Varianza: } 97,6058$$

$$d = (\text{Varianza})^{1/2} \rightarrow (97,6058)^{1/2} \rightarrow \text{Desviación Standard: } 48,8029$$

A partir del valor de la media, se determinó el porcentaje en peso promedio de los componentes, por ejemplo:

**Categoría: Vidrio**

Peso total promedio =  $\sum$  Media de las categorías

$$\text{Peso total promedio} = 11.64 \text{ Kg.} + 1.31 \text{ Kg.} + 7.71 \text{ Kg.} + 1.15 \text{ Kg.} + 18.43 \text{ Kg.} \\ + 6.21 \text{ Kg.} + 11.98 \text{ Kg.} + 36.20 \text{ Kg.} + 1.72 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso total promedio} = 96,33 \text{ Kg.}$$

$$\% \text{ en Peso} = 18.43 \text{ Kg.} * 100$$

$$96.33 \text{ Kg.}$$

$$\% \text{ en Peso} = 19.13 \%$$

Este mismo procedimiento se realizó para todas las categorías.

**3.1.8 Características físicas de los residuos sólidos****3.1.8.1 Humedad.**



Se tomo una muestra representativa entre 1 y 2 kg, se coloco en el horno a una temperatura constante de 110°C durante 24 horas, luego que se enfrió se peso la muestra, usando la Ec. 2.1 se calcula la humedad.

$$\text{Humedad} = \frac{1,760 - 0,99}{1,760} * 100 = 43,75\%$$

### 3.1.8.2 Densidad

Para la densidad suelta se dividió el peso en kg de las bolsas de basura recolectadas para la composición, entre la capacidad en m<sup>3</sup> de el vehículo donde fue transportada. Ec. 2.2

$$\text{Densidad}_{\text{suelta}} = \frac{93(\text{Kg})}{3,5(\text{m}^3)} = 26,57 \text{ Kg/m}^3$$

Para la densidad compactada se dividió el peso de los desechos sólidos en la compactadora, entre la capacidad en m<sup>3</sup> de esta. Ec. 2.2

$$\text{Densidad}_{\text{compactada}} = \frac{9130(\text{Kg})}{12,23(\text{m}^3)} = 746,52 \text{ Kg/m}^3$$

### 3.1.8.3 Poder Calorífico.

Se realizó el cálculo teóricamente usando la Ec 2.3

$$\begin{aligned} PC &= 37,58 * 4000 + 12,08 * 400 + 1,36 * 4000 + 6,45 * 4000 + 8,00 * 9000 \\ &= 301880 \text{ KCal7Kg} \end{aligned}$$



### **3.1.9 Diseño de Rutas**

Tomando en consideración los aspectos propuestos por el método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [10] para el diseño óptimo de rutas de recolección con compactadores es necesario sectorizar el área de estudio:

#### Área de Estudio

La sectorización es la primera etapa del diseño de las rutas, la cual consiste en dividir la ciudad en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad más apropiada de trabajo, utilizando toda su capacidad. Los sectores pueden ser divididos en subsectores, ofreciendo cada uno de ellos un trabajo completo para un viaje de recolección.

Para llevar a cabo el trabajo de sectorización se necesitan los siguientes datos:

Habitantes Boyacá III Sector Oeste: 15930

Área de la zona a servir: 62 ha

Densidad de población de zona: 257 hab/ha

Tasa degeneración de la zona: 1.10 Kg/hab/días

Densidad de basura: 746,52 kg/m<sup>3</sup>

Procedimiento de cálculo para determinar el tamaño de los sectores:

La recolección se realiza tres veces por semana, en la primera recolección se recogen los desechos producidos en tres días, y en las otras dos la producida en dos días. Por lo tanto, es necesario seleccionar tres días como el factor de diseño.

**Boyacá III Sector Oeste:**

62ha x 257hab/ha. x 1.1 Kg./hab./día x 3 días/1<sup>era</sup> recolección. = 52,57 ton/1<sup>era</sup> recolección.

$$\text{Número de sectores} = \frac{52,57 \text{ ton/1}^{\text{era}} \text{ recolección}}{12 \text{ ton/viaje} * 1 \text{ viaje/sector/1}^{\text{era}} \text{ recolección}}$$

$$\text{Número de sectores} = 4.38 \approx 4 \text{ sector.}$$

$$\text{Habitantes por sector} = 15930 \text{ hab. /4 sector} = 3982,5 \text{ hab. / Sector.}$$

Un camión recolector es capaz de servir a cuatro sectores, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{6\text{días/semana} * 2\text{viaje/días/camión}}{3\text{viajes/sector/semana}} = 4 \text{ sectores/camión}$$

Por lo tanto es necesario asignar un camión compactador para la comunidad de Boyacá III, Sector Oeste.

$$1^{\text{ra}} \text{ Recoleccion} = 2655 \text{ hab} \times 1.1 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \times 3 \frac{\text{días}}{\text{viaje}} = 8.76 \frac{\text{ton}}{\text{viaje}}$$

$$2^{\text{da}} \text{ Recoleccion} = 2655 \text{ hab} \times 1.1 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \times 2 \frac{\text{días}}{\text{viaje}} = 5.84 \frac{\text{ton}}{\text{viaje}}$$



$$\text{Factor de capacidad} = \frac{\text{carga por viaje}}{\text{capacidad de recolección por viaje}}$$

$$\text{Factor de capacidad 1re viaje} = \frac{8.76}{12.23} \times 100 = 71.63\%$$

$$\text{Factor de capacidad 2do viaje} = \frac{5.84}{12.23} \times 100 = 47.75\%$$

**Tabla 3.4 Características del Sector en estudio.**

Zona	Nº de sectores	Área sector por	Carga por viaje	Fact. de capacidad
Boyacá III Sector Oeste	6	62 Ha	13.14	100%
			8,76	73%

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo las Normas CEPIS, la zona de Boyacá III, Sector Oeste se divide en 4 sectores a fin de realizar un trazado de ruta por viaje.

### 3.2 Materiales y Equipos

Los materiales y equipos empleados en esta investigación, fueron los siguientes:

Materiales:

Guantes quirúrgicos.

Guantes plásticos.

Tapa bocas.

Bragas.

Botas de seguridad.

Lentes de seguridad.



Rastrillos.

Pala.

Escobas.

Pipote. Capacidad de 200 lts.

Bolsas plásticas. Capacidad 5 a 10 kg.

Equipos:

- ✓ Cámara fotográfica digital. Marca: Casio Exlim 8.1 mega pixel EX - Z80.
- ✓ Balanza. Marca: Precizzo. Clase: IIII. Modelo: M2A. Capacidad: 100 Kg. x 250 gr. Carga Mínima: 10 Kg. Apreciación: 1 Kg.
- ✓ Cronómetro. Marca Stopwatch Ultrak 340 Apreciación: 0,01seg.
- ✓ Cinta Métrica. Marca: Barlow. Capacidad: 3 m. Apreciación:  $\pm 1$  mm.
- ✓ Balanza. Marca: Citizen digital. Operación manual. Capacidad 60 Kg. Apreciación: 0.0001kg.
- ✓ Horno de conversión forzada. Marca: Sovltest, inc. Evanoton.

## **CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



#### 4.1 Evaluación de Encuestas

La evaluación de la encuesta aplicada a la población de Boyacá III, Sector Oeste, arrojo los resultados resumidos en la tabla 4.1 (ANEXO B)

**Tabla 4.1. Evaluación de Encuestas en Boyacá III Sector Oeste.**

Categoría	Resultados
Recipientes Empleados	91% Bolsas 9% Pipotes
Frecuencia de Disposición	55% Interdiario 36% Diario 9% Semanal
Porcentaje que cancela el servicio	100% no cancela 0% cancela
Grado de interés en participar en un Programa de educación ambiental.	50% está interesado 50% no está interesado

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados demuestran lo siguiente:

✓ El 91% de los usuarios almacenan los desechos sólidos en bolsas plásticas desechables de distintas capacidades, esto evita las operaciones de retorno y mantenimiento de los pipotes, así mismo le proporciona una fácil manipulación a los usuarios y al servicio de recolección.

✓ La frecuencia de recolección de Boyacá III, Sector Oeste es interdiaria, de la siguiente manera (martes, jueves y sábado), la comunidad no cumple con el horario



propuesto por la empresa de aseo urbano, por lo tanto ocasiona problemas en el servicio de recolección domiciliaria.

✓ Luego de que la Mancomunidad de aseo urbano (MASUR) tomara las riendas de la recolección de desechos sólidos del municipio Simón Bolívar, el cobro de este servicio fue desligado de la factura de CORPOELEC, por ende ninguno de los usuarios del sector en estudio cancelan el servicio.

✓ Un porcentaje considerable de la población está interesada en participar en un programa de educación ambiental, este con el fin de mejorar el manejo de los desechos sólidos dentro de la comunidad.

#### **4.2 Cantidad de Desechos Generados**

Según datos suministrados por Mancomunidad de Aseo Urbano (MASUR), desde el 22 de mayo 2009 hasta la fecha, se han registrado, en el Municipio Simón Bolívar, 485 toneladas de basura al día y según el Instituto Nacional de Estadísticas (I.N.E.) la población total del municipio para este mismo año fue de 440.363 habitantes, por lo tanto, la tasa de generación a nivel municipal es igual a 1,1 Kg./hab./día.

Sabiendo que a proyección de la población de Boyacá III, Sector Oeste, para el año 2009 es de 15.930 hab., se obtiene, que la cantidad de desechos sólidos producidos por día es de 17.523 Kg/día.



### **4.3 Evaluación del Sistema Actual de Recolección y Disposición Final**

La Mancomunidad de Aseo Urbano (Masur) es la encargada de prestar el servicio de aseo urbano y domiciliario en el Municipio Simón Bolívar, comprende el manejo en cada una de sus etapas, tales como: el barrido, la recolección, el refinamiento, el transporte, la transferencia, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos generados por todo el municipio, dentro del cual se encuentra la zona de Boyacá III Sector Oeste.

En este sector el servicio es proporcionado por un (1) vehículo recolector, (compactadora N° 21), el cual se encarga, entre los procesos mencionados de la recolección, el refinamiento y el transporte hasta el sitio de disposición final.

#### **4.3.1 Equipo Actual de Recolección**

El equipo de recolección empleado es un camión compactador de caja cerrada compresora, dicho camión está equipado con una tolva para la carga de los desechos y con un sistema de compresión instalado en la parte trasera de la caja principal del recolector. Este sistema sirve para reducir el espacio dentro de los cúmulos de basura el 60% del espacio que ocupa la basura es aire contenido dentro de botellas, envases, latas, etc.



**Figura 4.1 Camión recolector.**

#### **4.3.2 Descripción de las Unidades Recolectoras**

La flota de recolección de la empresa está conformada por 10 camiones compactadores de 12 toneladas cada uno y 12 camiones volteos de 4 toneladas cada uno, que prestan apoyo en Avenidas y lugares donde no pueden transitar las compactadoras.

En la siguiente tabla se señalan las características generales de los camiones.



**Tabla 4.2 Características Generales de un Camión de la Flota de Recolección**

Año	Camión	Capacidad	Compactador	Combustible	Marca	Modelo
2008	Kodiak	19m3	GoliathG300	Gasoil	Iveco	Tector
1994	Retroexcavador	2 ton	N/A	Gasoil	case	580 Sm
2005	volteo	7 ton	N/A	Gasoil	Ford	1721

Fuente: MASUR.

Otras características del camión compactador son:

- ✓ Ciclo de compactación: Manual hidráulico, ciclo automático dividido totalmente reversible.
- ✓ Tiempo de ciclo: 15 a 30 s.
- ✓ Recarga: 10 a 15 s.

En cuanto a la jornada diaria de trabajo, existen dos turnos de recolección y está asignado un tiempo de 8 horas de trabajo para cada uno.

### **4.3.3 Tipo de Servicio de Recolección**

El servicio de recolección utilizado es de tipo residencial, donde se utiliza el servicio en la acera, el residente de la vivienda es responsable de colocar los recipientes a ser vaciados en la acera el día de la recolección y devolver los recipientes vacíos a su lugar de almacenamiento hasta la siguiente recolección.



**Figura 4.2 Desechos acumulados en avenidas.**



**Figura 4.3 Recolección en acera.**



Los residentes que viven en estacionamientos y veredas colocan los desechos en estacionamientos comunes.



**Figura 4.4 Desechos acumulados en estacionamiento.**



Figura 4.5 Almacenamiento de recipientes en edificios de poca altura.



**Figura 4.6 Almacenamiento de recipientes en edificios de mediana y gran altura.**

#### **4.3.4 Personal de Recolección**

Cada vehículo de recolección está conformado por un chofer y dos obreros recolectores, donde el chofer es el líder del equipo. Aunque los recolectores no tienen un adiestramiento adecuado por lo tanto se acoplan al servicio de recolección durante la jornada de trabajo.

#### **4.3.5 Horario de Recolección**

Las actividades de recolección comienzan aproximadamente entre las 6 am y las 8 am de esta manera el horario de recolección empleado es el diurno.



#### **4.3.6 Método de Recolección**

El método de recolección se efectúa en la forma siguiente:

En calles y avenidas los obreros recolectores, van en la parte trasera del compactador, mientras el chofer conduce, este se detiene en los sitios donde los residentes dejan los recipientes, los obreros buscan los recipientes los vacían en el camión y luego devuelven los recipientes. A veces no hace falta devolverlos debido a que los desechos están en cajas o bolsas plásticas. Fig. 4.7

En algunas avenidas cuando se necesita apoyo, la recolección es hecha por una cuadrilla de 4 a 6 obreros los cuales cargan la pala de un retroexcavador de desechos y esta es vaciada en un camión volteo. Como se muestra en las Fig. 4.8 y 4.9

En los estacionamientos el chofer maniobra el camión de retroceso hasta llegar al sitio donde se encuentra acumulados los desechos sólidos, luego que se detiene, los obreros proceden a recoger los recipientes y descargarlos en el compactador. Fig. 4.10

Los tiempos de operación en estacionamientos se presentan en la tabla 4.3:

**Tabla 4.3 Tiempos Promedios de Operación**

<b>Operación</b>	<b>Tiempo</b>
Maniobra de retro	51,29 s
Refinamiento	2min 22,13 s
Compactación	1min 30,02 s
Estadía en estacionamiento	4min 43,44 s

Fuente:Elaboración propia.



En edificios con cuartos de almacenamiento el chofer ingresa con el camión lo más cerca posible para que se les facilite a los obreros de recolección sacar y vaciar los recipientes cargados de desechos.



Figura 4.7 Descarga de los recipientes en compactador.



**Figura 4.8** Carga de la retro en avenida 2 de Boyacá III, Sector Oeste.



**Figura 4.9** Descarga de la retro en el volteo.



**Figura 4.10** Recolección de desechos en estacionamiento.



**Figura 4.11** Labores de refinamiento.



**Figura 4.12 Recolección de los desechos en apartamentos.**

El proceso de recolección de los recipientes en las calles, se realiza de manera desordenada ya que los obreros recolectores no tienen un plan de trabajo determinado, observando a estos trabajando en un mismo lado de la calle y otras veces cubriendo ambas aceras dependiendo de la situación.

#### **4.3.7 Programación de las Rutas de Recolección**

En la recolección el chofer no tiene un trazado a seguir, por lo cual, el asume la ruta que considere más adecuada, sin tomar en cuenta el tiempo, el sentido de circulación, la cantidad de recorrido y a veces algunos sectores o estacionamientos, los cuales quedan sin la atención del aseo urbano se hizo un recorrido por 6 días y se establecieron las rutas actuales en las figuras: 4.24 y 4.25



#### **4.3.8 Tiempos de Recolección**

Los valores promedios obtenidos durante el análisis del servicio de recolección son los siguientes:

- ✓ Tiempo de recolección de la ruta (T<sub>recolección</sub>): 223 min.
- ✓ Distancia a sitio de disposición final (T<sub>transporte</sub>): 30 min.
- ✓ Tiempo en sitio de disposición final (T<sub>disposición</sub>): 20 min.
- ✓ Jornada de trabajo (T<sub>d</sub>): 480 min.

La jornada de trabajo es de 8 horas (480 min), con estos valores se determina la eficiencia y rendimiento del servicio de recolección, 283 min por viaje aproximadamente arroja que en la jornada de trabajo se realizan dos viajes diarios.

#### **4.3.9 Sistema de Transferencia**

El Municipio Simón Bolívar se encuentra a media hora aproximadamente del sitio de disposición final, por lo tanto una estación de transferencia ahorraría las horas hombre, no limitaría el número de viajes, se evitaría el tráfico, y ayudaría a mantener una ciudad más limpia.

#### **4.3.10 Implementos de Seguridad**

El factor humano es un recurso importante en el proceso de recolección de desechos, por lo que es indispensable tener en cuenta la seguridad y salud de los obreros de recolección en el caso que estudiamos aquí, estos solo usan guantes para la manipulación de los residuos dejando por fuera los equipos necesarios de higiene y seguridad como (mascarillas, lentes botas, bragas, etc.)



#### **4.3.11 Sistema Actual del Sitio de Disposición Final**

El relleno sanitario “**Cerro de Piedra**” es el sitio de disposición final encargado de recibir los desechos sólidos provenientes de los cinco municipios: Bolívar, Urbaneja, Sotillo, Guanta y Piritu, entre otras empresas también, vierten sus desechos el Complejo Criogénico de José y la industria petrolera.

Actualmente el relleno sanitario “Cerro de Piedra” cuenta con una estructura de control y supervisión, de operaciones administrado por la cooperativa construcciones y mantenimiento “CARU” desde el 22 de mayo de 2009 la cual es inspeccionada por la mancomunidad del aseo urbano (MASUR) y la alcaldía del municipio Simón Bolívar.

Este sitio de disposición final tiene condiciones óptimas de ubicación fuera de la metrópoli, en la autopista de oriente sentido Barcelona - Anaco, en el Asentamiento Campesino de Barbacoa, Sector Cerro de Piedra, Parroquia San Cristóbal del Municipio Simón Bolívar, Estado Anzoátegui, está ubicado a 18 km aproximadamente de la ciudad de Barcelona. La cercanía de esta locación con la ciudad posibilita el uso del relleno sanitario para varias comunidades, además de su gran extensión física para recibir toneladas diarias de desechos sólidos.

**Cerro de Piedra** como Relleno sanitario cuenta con las siguientes características. Fuente: (MASUR)

- ✓ No posee fumarolas para el drenaje de los gases.
- ✓ No tiene drenajes de lixiviados.
- ✓ La profundidad del nivel freático es de 12 mts. Fuente: (MASUR)
- ✓ El acceso es desde la autopista de Oriente.
- ✓ Posee gran cantidad de material de corte para ser utilizado como material de cobertura.



- ✓ La dirección del viento es de Este a Oeste.
- ✓ La comunidad más cercana se encuentra al lindero Este.
- ✓ Cuenta con una balanza de pesaje (romana) en la entrada para determinar qué cantidad de desechos entra al sitio e igualmente de una entrega de comprobante de residuos.
  - ✓ Emplean tres Bulldozer (D-8), un Patrol, dos Payloader y una retroexcavadora el uso de equipo es de forma permanente debido al volumen de material de desecho que ingresa y trabajos internos.
  - ✓ Cuenta con vías de acceso internas de tierra, dependiendo de las condiciones climáticas estas se hacen intransitables.
  - ✓ Según la cooperativa “CARU” ingresan 500 a 600 toneladas diarias, por lo cual el equipo de trabajo debe trabajar a un 90% de su capacidad para evitar que el relleno sanitario colapse.
  - ✓ El método operativo dentro del relleno sanitario para cubrir los residuos depositados está determinado principalmente por la topografía del terreno.
  - ✓ Dentro de sus instalaciones se encuentran 340 recolectores (hombres, mujeres y niños) que realizan labores de segregación, clasificación y comercialización de los desechos sólidos por cuenta propia



**Figura 4.13 Zona de vaciado Relleno Sanitario.**



**Figura 4.14 Equipo empleado en “Cerro de Piedra”.**



**Figura. 4.15 Vías de acceso internas**



**Figura 4.16 Descarga de la compactadora.**



**Figura 4.17 Labores de segregación de los recuperadores.**



**Figura 4.18 Labores de cobertura de desechos.**



#### **4.3.12 Cantidad de los Desechos Sólidos Dispuestos**

En la Tabla 4.4 se muestran los datos de la cantidad de desechos sólidos del Municipio Simón Bolívar depositado en el relleno sanitario luego que MASUR tomo las riendas de el período 22 de Mayo 2009 – Septiembre, año 2009.

**Tabla 4.4 Total de desechos descargados en el Relleno Sanitario “Cerro de Piedra” Generados por el Municipio Simón Bolívar desde Mayo 2009.**

<b>ETAPA</b>	<b>PESO NETO (ton/mes)</b>
<b>SEMANA 22 al 31 de MAYO</b>	<b>455114</b>
<b>MES JUNIO</b>	<b>1334416</b>
<b>MES JULIO</b>	<b>1167639</b>
<b>MES AGOSTO</b>	<b>1680576</b>

Fuente: MASUR y Cooperativa “CARU”

Las descargas que recibe este relleno sanitario no son constantes, esto debido a que la generación de desechos varía dependiendo del clima, la época del año y transcurso del tiempo.

La cooperativa “CARU” en conjunto con la Mancomunidad de los desechos sólidos “MASUR” son las encargada de la administración y funcionamiento en “Cerro de Piedra” desde el 22 de Mayo 2009 hasta a actualidad, los datos de los 4 primeros meses del año no fueron suministrados debida a el cambio de administración. La cual estaba en dirección de la Cooperativa la tres “C” y “ASEAS”

#### **4.4 Composición de los Desechos Sólidos Generados.**

No existe información estadística en los organismos responsables sobre la composición de los desechos sólidos de la comunidad Boyacá III, Sector Oeste, por



ende el estudio fue realizado durante una semana, por cuenta propia donde se obtuvieron los siguientes componentes. Tabla 4.5

**Tabla 4.5 Componentes de la Composición**

Desperdicios de comida	Papel	Plástico
Desechos de jardinería	Textiles	Cartón
Aluminio	Vidrio	Otros

En la tabla de distribución de pesos de la composición diaria de los residuos sólidos se pueden observar los resultados de los muestreos realizados en este trabajo (Tabla 4.6).



**Tabla 4.6 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Residuos Sólidos en Boyacá III, Sector, Oeste del Municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui**

MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS						
CATEGORIAS	DIA 1		DIA 2		DIA 3	
	PESO CLASIFICADO Kg	PESO %	PESO CLASIFICADO Kg	PESO %	PESO CLASIFICADO Kg	PESO %
DESCHOS DE COMIDA	37,50	40,69	42,47	42,10	39,20	44,72
RESIDUOS DE JARDINERIA	9,10	9,88	13,50	13,38	9,75	11,12
ALUMINIO	1,40	1,52	0,80	0,79	1,70	1,94
PAPEL	8,40	9,12	9,20	9,12	12,10	13,80
CARTON	5,70	6,19	7,05	6,99	5,60	6,39
TEXTIL	1,75	1,90	1,50	1,49	1,00	1,14
VIDRIO	19,25	20,89	14,30	14,18	10,90	12,44
PLASTICO	7,85	8,52	9,30	9,22	6,50	7,42
OTROS	1,20	1,30	2,75	2,73	0,90	1,03
PESO TOTAL CLASIFICADO	92,15	100,00	100,87	100,00	87,65	100,00
PESO TOTAL MUESTREADO	93,00		101,50		88,75	
DIFERENCIA	0,85		0,63		1,10	

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 4.6 Distribución de Pesos de la Composición Diaria de los Residuos Sólidos en Boyacá III, Sector Oeste, del Municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui**

.....Continuación Tabla 4.6

MUESTREO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS						
	DIA 4		DIA 5		DIA 6	
CATEGORIAS	PESO CLASIFICADO Kg	PESO %	PESO CLASIFICADO Kg	PESO %	PESO CLASIFICADO Kg	PESO %
DESCHOS DE COMIDA	41,75	42,71	29,60	31,41	26,75	25,38
RESIDUOS DE JARDINERIA	14,00	14,32	15,30	16,23	10,20	9,68
ALUMINIO	0,85	0,87	1,10	1,17	1,05	1,00
PAPEL	11,75	12,02	14,30	15,17	14,10	13,38
CARTON	4,80	4,91	7,10	7,53	7,00	6,64
TEXTIL	2,10	2,15	0,80	0,85	0,70	0,66
VIDRIO	12,40	12,69	16,00	16,98	37,70	35,77
PLASTICO	8,00	8,18	9,20	9,76	5,40	5,12
OTROS	2,10	2,15	0,85	0,90	2,50	2,37
PESO TOTAL CLASIFICADO	97,75	100,00	94,25	100,00	105,40	100,00
PESO TOTAL MUESTREADO	99,00		95,20		106,50	
DIFERENCIA	1,25		0,95		1,10	

Fuente: Elaboración Propia



Se determinaron los elementos estadísticos para cada una de las categorías.

**Tabla 4.7 Elementos Estadísticos de la Categoría Vidrio**

CATEGORIA: VIDRIO			
PRUEBA	$X_i$ (Kg)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	19,25	0,825	0,6806
2	14,3	-4,125	17,0156
3	10,9	-7,525	56,6256
4	12,4	-6,025	36,3006
5	16	-2,425	5,8806
6	37,7	19,275	371,5256
$\Sigma$ TOTAL	110,55		488,0288

Fuente: Elaboración propia.

Media: 18,43Kg      Varianza: 97,60575      Desviación Standard: 48,80275

**Tabla 4.8 Elementos Estadísticos de la Categoría Residuos de Jardinería**

CATEGORIA RESIDUOS DE JARDINERIA			
PUEBA	$X_i$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	9,10	-2,875	8,2656
2	13,5	1,525	2,3256
3	9,75	-2,225	4,9506
4	14	2,025	4,1006
5	15,3	3,325	11,0556
6	10,2	-1,775	3,1506
$\Sigma$ TOTAL	71,85		33,8488

Fuente: Elaboración propia.

Media: 11,98Kg      Varianza: 6,6769      Desviación Standard: 3,3848

**Tabla 4.9 Elementos Estadísticos de la Categoría Papel**

CATEGORIA RESIDUOS DE JARDINERIA			
PUEBA	$X_i$	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$
1	8,40	-3,242	10,5084
2	9,2	-2,442	5,9617
3	12,1	0,458	0,2101
4	11,75	0,108	0,0117
5	14,3	2,658	7,0667
6	14,1	2,458	6,0434
$\Sigma$ TOTAL	69,85		29,8021

Fuente: Elaboración propia.

Media: 11,64Kg      Varianza: 5,9604      Desviación Standard: 2,9802

**Tabla 4.10 Elementos Estadísticos de la Categoría Desperdicios de Comida**

CATEGORIA RESTOS DE COMIDA			
PUEBA	$X_i$	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$
1	37,50	1,300	1,6900
2	42,4	6,200	38,4400
3	39,2	3,000	9,0000
4	41,75	5,550	30,8025
5	29,6	-6,600	43,5600
6	26,75	-9,450	89,3025
$\Sigma$ TOTAL	217,2		212,7950

Fuente: Elaboración propia.

Media: 36,20Kg      Varianza: 42,5590      Desviación Standard: 21,2795

**Tabla 4.11 Elementos Estadísticos de la Categoría Plástico**

CATEGORIA PLASTICO			
PUEBA	Xi	(Xi - X)	(Xi - X)^2
1	7,85	0,142	0,0201
2	9,3	1,592	2,5334
3	6,5	-1,208	1,4601
4	8	0,292	0,0851
5	9,2	1,492	2,2251
6	5,4	-2,308	5,3284
Σ TOTAL	46,25		11,6521

Fuente: Elaboración propia.

Media: 7,7Kg    Varianza: 2,3304    Desviación Standard: 1,1652

**Tabla 4.12 Elementos Estadísticos de la Categoría Cartón**

CATEGORIA: CARTON			
PRUEBA	Xi (Kg)	(Xi - X)	(Xi - X)^2
1	5,70	-0,508	0,2584
2	7,05	0,842	0,7084
3	5,6	-0,608	0,3701
4	4,8	-1,408	1,9834
5	7,1	0,892	0,7951
6	7	0,792	0,6267
Σ TOTAL	37,25		4,7421

Fuente: Elaboración propia.

Media: 6,21Kg    Varianza: 0,9484    Desviación Standard: 0,4742

**Tabla 4.13 Elementos Estadísticos de la Categoría Textiles/Ropa.**

CATEGORIA: TEXTILES/ROPA			
PRUEBA	Xi (Kg)	(Xi - X)	(Xi - X)^2
1	1,75	0,442	0,1951
2	1,5	0,192	0,0367
3	1	-0,308	0,0951
4	2,1	0,792	0,6267
5	0,8	-0,508	0,2584
6	0,7	-0,608	0,3701
Σ TOTAL	7,85		1,5821

Fuente: Elaboración propia.

Media: 1,31Kg      Varianza: 0,3164      Desviación Standard: 0,1582

**Tabla 4.14 Elementos Estadísticos de la Categoría Aluminio**

CATEGORIA: ALUMINIO			
PRUEBA	Xi (Kg)	(Xi - X)	(Xi - X)^2
1	1,40	0,250	0,0625
2	0,8	-0,350	0,1225
3	1,7	0,550	0,3025
4	0,85	-0,300	0,0900
5	1,1	-0,050	0,0025
6	1,05	-0,100	0,0100
Σ TOTAL	6,9		0,5900

Fuente: Elaboración propia.

Media: 1,15Kg      Varianza: 0,118      Desviación Standard: 0,059

**Tabla 4.15 Elementos Estadísticos de la Categoría Otros**

CATEGORIA: OTROS			
PRUEBA	Xi (Kg)	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>
1	1,20	-0,517	0,2669
2	2,75	1,033	1,0678
3	0,9	-0,817	0,6669
4	2,1	0,383	0,1469
5	0,85	-0,867	0,7511
6	2,5	0,783	0,6136
Σ TOTAL	10,3		3,5133

Fuente: Elaboración propia.

Media: 1,72Kg      Varianza: 0,70266      Desviación Standard: 0,3513

En las categorías con un valor de varianza alto, como por ejemplo, el caso de vidrio, quiere decir que la generación de ellas puede variar notablemente, aun cuando el tiempo de estudio fue breve (seis días). Probablemente, la varianza de todas las categorías es mayor, si la comparación se hace entre estudios de distintas estaciones del año (sequía e invierno). La varianza es un indicativo más, de que la generación de los componentes pertenecientes al flujo de desechos no se puede predecir debida a su variabilidad en el tiempo.

La desviación estándar representa la medida de dispersión de los valores con respecto a la media. Mientras que el valor de la media de cada elemento se uso para determinar el promedio de los porcentajes en peso generado durante los seis días del programa de caracterización. (Tabla 4.16).



**Tabla 4.16 Composición Física Promedio de los Desechos Sólidos  
Generados en el Área de Estudio**

<b>Categoría</b>	<b>% en Peso Boyacá III sector Oeste</b>	<b>% en Peso Boyacá I y II</b>
Desperdicios de Comida	37,59	36,78
Vidrio	19,12	9,55
Residuos de Jardinería	12,43	17,96
Papel	12,08	16,77
Plástico	8,00	7,20
Cartón	6,44	5,26
Metales	1,2	1,14
Textiles/Ropa	1,36	2,26
Otros	1,20	3,08
Total	100	100

Fuente: Elaboración propia.

La categoría con mayor porcentaje en peso total de los residuos clasificados es: los desperdicios de comida con 37,59 %, seguido del vidrio con 19,12 %, los residuos de jardinería con 12,43 %, el papel con 12,08 % fue uno de los más comunes después de los desperdicios de comida, seguido del plástico con un 8,00 %, la mayoría de botellas plásticas de refrescos, “Polietileno Teriefalato (PET)”, el cartón con de 6,44 %, los metales, textiles y otro obtuvieron 1,2 % 1,36 %, 1,78% respectivamente.

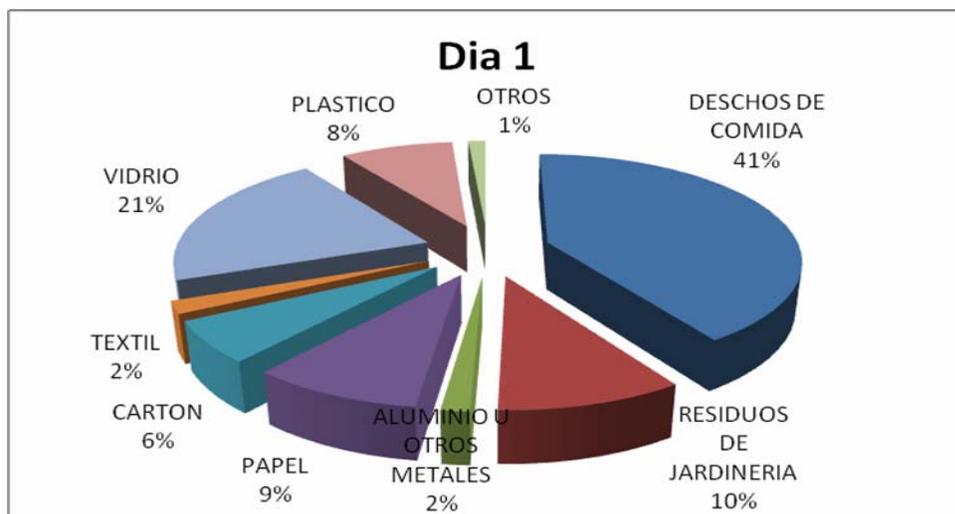
Entre los metales se encontró, metales ferrosos (enlatados) y no ferrosos (aluminio) cabe destacar que el aluminio arrojó un porcentaje muy bajo debido a que



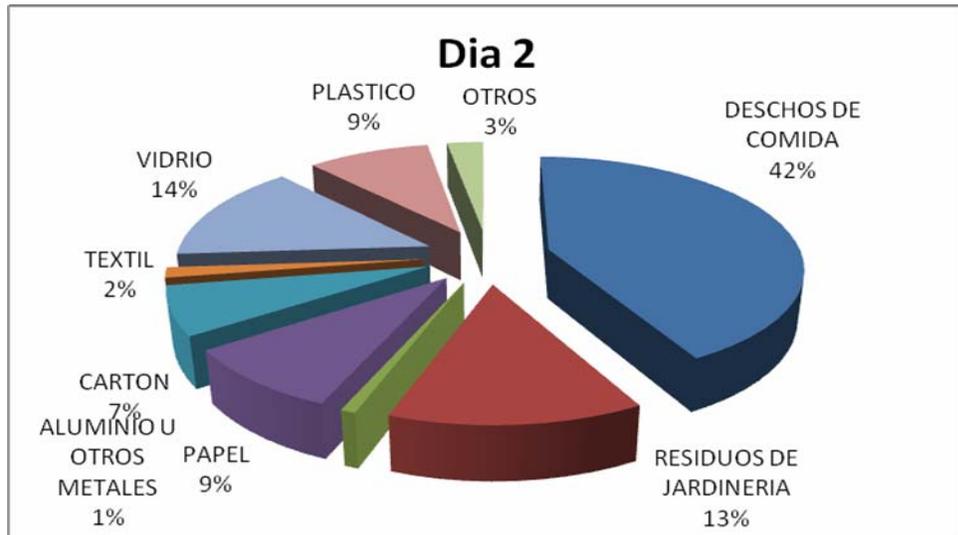
los recolectores ambulantes extraen este componente por ser uno de los más vendidos en las empresas de reciclaje, por lo cual no se subdividió esta categoría.

Comparando los resultados con la investigación realizada por Monagas y Rodríguez [1] en el sector de Boyacá I y II se pudo observar que los resultados son similares pero se puede notar una disparidad en el vidrio, esto puede ser ocasionado por la gran mayoría de expendidos de licores ubicados en la zona.

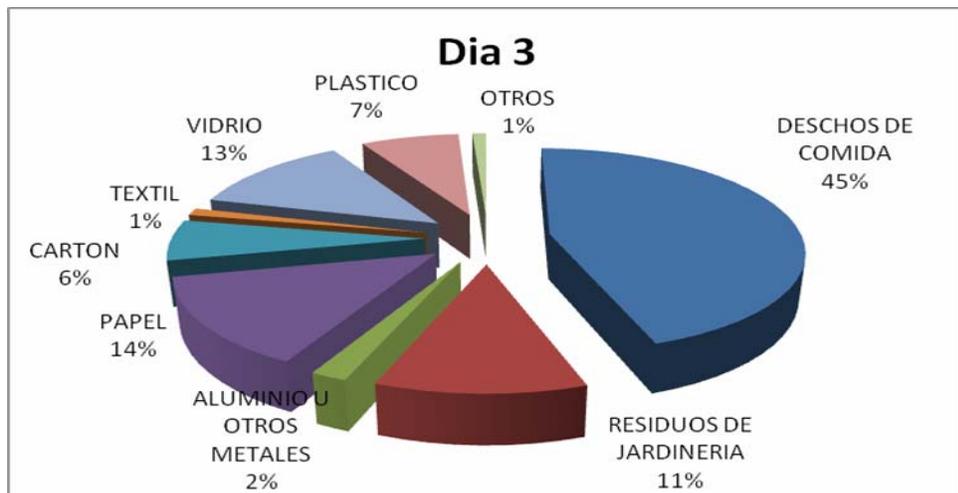
#### **Diagramación de los desechos en los 6 días de estudio de composición.**



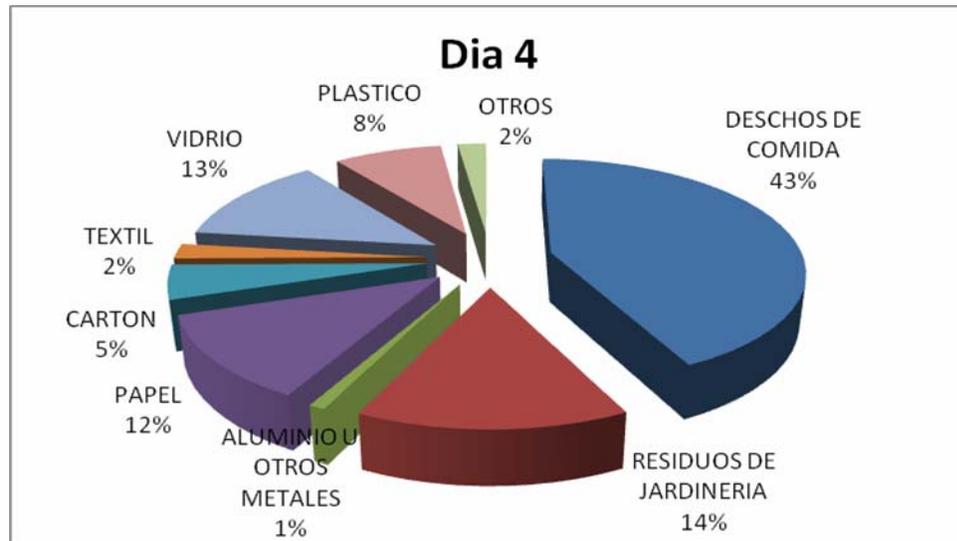
**Grafico 4.1 Discriminación de los elementos 10 agosto 2009.**



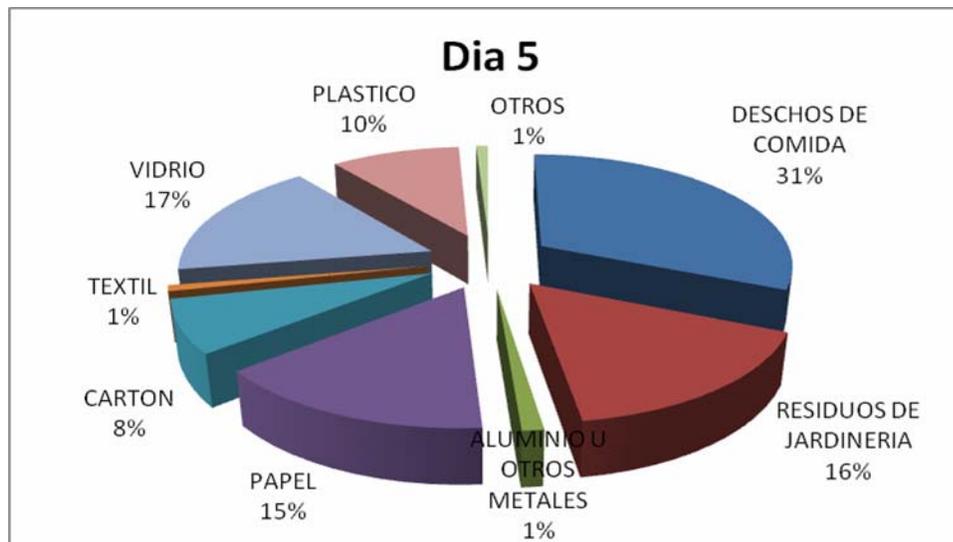
**Gráfico 4.2 Discriminación de los elementos 11 de agosto 2009.**



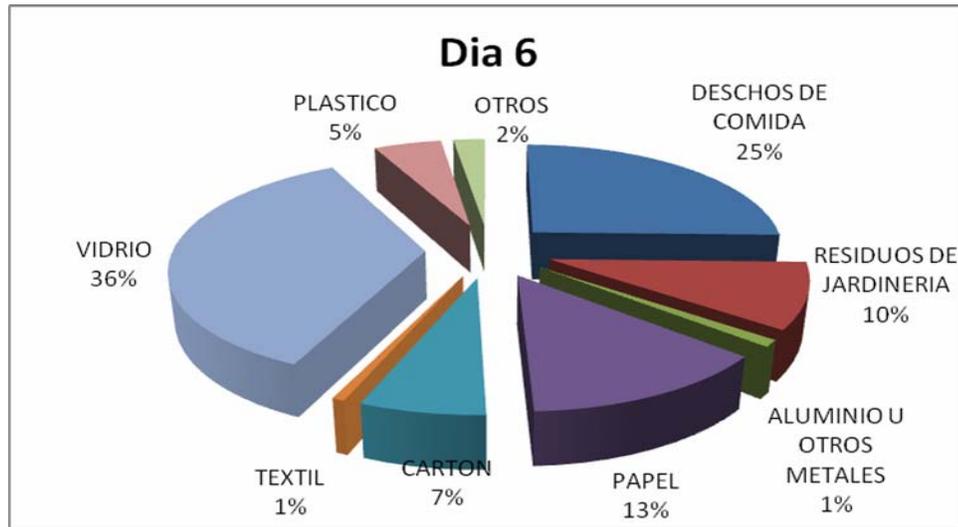
**Gráfico 4.3 Discriminación de los elementos 12 de agosto 2009.**



**Grafico 4.4 Discriminación de los elementos 13 de agosto 2009.**



**Grafico 4.5 Discriminación de los elementos 14 de agosto 2009.**



**Gráfico 4.6 Discriminación de los elementos 15 de agosto 2009.**

En las graficas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6 se puede notar en forma visual un aproximado comparable con los porcentajes donde:

- Desechos de comida varían en 45 % a 25 %



**Figura 4.19 Clasificación desechos de comida.**

- Residuos de jardinería varían 10 % a 16 %

**Figura 4.20 Clasificación de residuos de jardinería.**

- Aluminio de 1 % a 2 % es casi permanente en muy poco porcentaje debido a los recolectores ambulantes.

- Papel de 9 % a 15 %

**Figura 4.21 Clasificación de papel.**



- Cartón varía de 5 % a 8 % manteniendo cierta semejanza.



**Figura 4.22 Clasificación de cartón**

- Textil al igual que el aluminio la variación es de 1 a 2 %
- El vidrio se mantiene constante hasta el sexto día grafica 4.6, donde se nota una diferencia bastante representativa en cuanto al porcentaje de vidrio encontrado en la composición, se asume que por ser el día sábado y debido a la gran cantidad de expendidos de licores existentes en la zona se produjo esta notable disparidad.
- Plástico tiene una variación de 5 a 10 %



**Figura 4.23 Clasificación del plástico.**

- Otros de 1 a 3 % siendo uno de los menos encontrados.

## **CAPITULO V SOLUCIONES PROPUESTAS**



### **5.1 Plan de Educación Ambiental**

Conseguir apoyo en entes Gubernamentales y no Gubernamentales, además de concientizar a la población sobre un plan de educación ambiental que permita incorporar a la comunidad en los trabajos de saneamiento ambiental

Para esto se sugiere:

- Establecer contacto con Representantes la Alcaldía del Municipio Simón Bolívar, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Comunidades Universitarias y Consejos Comunales de la Comunidad Boyacá III, Sector Oeste.
- Elaborar y Emitir documentos escritos, entrevistas y contactos con los organismos y comunidades mencionadas.
- Solicitar apoyo a las Universidades para llevar a cabo la educación ambiental como servicio comunitario.
- Concientizar a los habitantes de la comunidad involucrada, mediante una campaña de Educación Ambiental.
- Establecer reuniones continuas con los vecinos del sector, escogiendo un colegio dentro de la comunidad como punto de encuentro.
- Involucrar a los docentes, para motivar a los estudiantes a transmitir el mensaje en sus viviendas.
- Distribución de volantes y folletos promocionales con información acerca del Plan de Educación Ambiental.
- Especificar a la comunidad de la frecuencia y horarios diarios de recolección de desechos sólidos.

### **5.2 Diagramación e implantación de rutas.**

Las rutas propuestas se realizaron con el fin de mejorar el servicio de recolección en cuanto a tiempo, recorrido y rendimiento de las unidades



recolectoras, en estas figuran: paradas fijas, dirección de recorrido, comienzo y final de rutas. Para las paradas fijas es necesario la colocación de contenedores en la entrada de los estacionamientos y así disminuir el tiempo de retroceso.

Tomando en cuenta el método del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [10], luego de la sectorización de las comunidades en estudio, se procedió a realizar la diagramación, implantación y evaluación de rutas.

### Diagramación

Consistió en desarrollar rutas con el fin de reducir el tiempo y distancia de recorrido de las unidades ya que la ruta asumida actualmente tiene recorridos no rentables.

En las figuras 5.1 y 5.2 se presenta el trazado de rutas de recolección propuestas.

Después de implantada la nueva ruta se deberá evaluar su eficiencia y se deberán los ajustes necesarios, de esta manera se podrá determinar los tiempos de recorrido. También se deberá adiestrar a los choferes de los vehículos en la simbolización del diagrama de la ruta. Dicha evaluación se deberá realizar constantemente, ya que siempre ocurren cambios en la producción de basura debido al proceso de urbanización.

**CAPITULO VI CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**



## **6.1 Conclusiones**

Los resultados obtenidos de los estudios realizados en este trabajo, permiten concluir lo siguiente:

En la Comunidad de Boyacá III, Sector Oeste se encuentran diversos problemas referentes a la disposición, manejo y control de los desechos sólidos, esta no está completamente informada sobre los horarios, responsabilidades y derechos en cuanto al desempeño del servicio de aseo urbano y domiciliario.

La frecuencia de disposición de los desechos sólidos para Boyacá III, Sector Oeste, es interdiaria y se pudo constatar mediante la encuesta que el 55% de la población así lo desea.

La comunidad no cumple con el horario propuesto por la empresa de aseo urbano, por lo tanto ocasiona problemas en el servicio de recolección, a diferencia de un 36 % que aprueba se realice diariamente y un 9 % semanal.

El 91% de los desechos sólidos son almacenados en bolsas plásticas desechables de distintas capacidades y el 9 % restante en pipotes.

Además un 50 % de la población encuestada está interesada en participar en un plan de educación ambiental y otro 50 % no lo está.

La tasa de producción estimada es de 1,1 Kg/hab/día se sitúa entre los niveles de producción urbana.

El personal obrero que labora en el Servicio de Aseo urbano y domiciliario carece de técnicas adecuadas de Higiene y Seguridad Industrial que deben ser empleadas en su trabajo. Además, dicho servicio no presenta una organización,



planificación y supervisión adecuada para realizar la gestión integral de residuos sólidos.

En la recolección, el chofer no tiene un trazado a seguir, por lo cual, el asume la ruta que considere más adecuada, sin tomar en cuenta el tiempo, el sentido de circulación, la cantidad de recorrido y a veces algunos sectores o estacionamientos, los cuales quedan sin la atención del aseo urbano por varios días.

El 37,57 % del total de los residuos sólidos estudiados están compuestos por materia orgánica y el % de material recuperable es de 19.12% para el vidrio, 6.44% cartón y 8% para el plástico.

Los resultados en la composición de los residuos sólidos, proporcionan fundamentos necesarios para garantizar la factibilidad de futuros proyectos, como, Plantas de reciclaje, nuevos rellenos sanitarios.



## **6.2 Recomendaciones**

Con la finalidad de ayudar a solucionar la problemática tratada en este trabajo de investigación, se presentan las siguientes recomendaciones:

Realizar charlas en institutos educativos y campañas de concientización a los residentes, para crear una actitud y conducta conservacionista en pro a implementar un programa de educación ambiental.

La formación de un organismo capaz de realizar estudios de composición de desechos sólidos constantemente, a través de los años, con el fin de facilitar información a futuros proyectos de reciclaje.

Realizar mantenimiento preventivo a las unidades recolectoras para un mejor rendimiento, como también larga vida útil. Dotar al personal con implementos de higiene y seguridad, además de un mejor ingreso salarial para que estos hagan su trabajo a gusto, cumplir con los horarios de recolecta de aseo, para así crear un hábito en la población.

Implementar el trazado de rutas que se diseñó en este proyecto para minimizar el tiempo de recolección y fuerza de trabajo.

El uso de contenedores en estacionamientos y salidas de veredas para facilitar la disposición de los desechos sólidos producido por las personas, igualmente agilizar el proceso de recolección.

Para el sitio de disposición final se sugiere acondicionar las vías internas, debido a que en época de lluvia se hacen intransitables por las unidades. Controlar con drenajes y otras técnicas los lixiviados y los gases que produce el relleno, para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.



Realizar la recolección en la zona comercial a primeras horas de la mañana (o en la noche), no solo para evitar un menor rendimiento causado por el excesivo tráfico, sino también para aminorarles molestias a los ciudadanos.

## **BIBLIOGRAFIA**



[1] Mongas , A. y Rodríguez , M. “**Diagnóstico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos Generados por la Comunidad de Boyacá I y II (Municipio Simón bolívar – Estado Anzoátegui)**”. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (2008).

[2] León, H. y Tovar, M. “**Planificación de la Recolección de la Basura Urbana**”. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (1999).

[3] Reyes, L y Martínez, W. “**Estudio de los Desechos Sólidos Generados en el Campus de la UDO - Anzoátegui**”. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (1993).

[4] Lara, M.; Lusinchi, L. y Marengo, O. “**Diagnóstico del Sistema de Recolección, Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos Generados por la Comunidad de Cantaura (Municipio Freites – Estado Anzoátegui)**”. Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (1992).

[5] Congreso de la República “**Ley de Residuos y Desechos Sólidos**”. Gaceta Oficial N° 38.068. Caracas. (2004).

[6] Ghanem, A. “**Curso de Ingeniería Ambiental**”. Curso didáctico, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui. Puerto La Cruz. (2003).



[7] Tchobanoglous, G. Theisen, H y Vigil S. **“Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen I y Volumen II”**. McGrawHill. España. (1994).

[8] Tchobanoglous, G. Theisen, H y Eliassen, R. **“Desecho Sólidos – principios de Ingeniería y Administración”**. Traducción: Armando Cubillos. Mérida. Venezuela. (1982).

[9] Parra. J [2008] **“Cátedra de la Paz y los Derechos Humanos “Mons Oscar Arnulfo Romero” Centro de Reciclaje los Cueros CERCUS”**. Disponible: <http://www.analitica.com/va/ambiente/opinion/7005094.asp> [Consulta 2009].

[10] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. (CEPIS). **“Diseño de las Rutas de Recolección de Residuos Sólidos”**. (1980).

[11] Alcaldía del Municipio Simón Bolívar. **“Ordenanza de Reforma de la Ordenanza sobre el Servicio Público de Gestión, Manejo y Administración Integral de los Residuos y Desechos Sólidos”**. N° extraordinario 10-2005. Barcelona. (2005).

[12] Melendez, E. (2004). **Guía práctica para la operación de celdas diarias en rellenos sanitarios pequeños y medianos**. Disponible: <http://www.femica.org/areas/modambiental/archivos/docs/Guia%20de%20manejo%20de%20Celdas%20en%20Rellenos%20Sanitarios.pdf>. [Consulta 2009, Mayo 17].

[13] Díaz, B. **“Educación Ambiental para el Manejo adecuado de los Desechos Sólidos”**. Subdirección de Postgrado e Investigación. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Barcelona. (2002).



[14] Corbitt, R. **“Manual de Referencia de la Ingeniería Medio Ambiental”**. McGrawHill. España. (2003).

[15] Miller, T Jr. **“Introducción a la Ciencia Ambiental”**. Thomson. Quinta Edición. España. (2002).

[16] Sánchez, R. **“Diagnóstico Preliminar sobre la Situación Actual del Sector Desechos Sólidos en Venezuela”**. Trabajo presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Ascenso en el Escalafón Universitario. Caracas. (1999).

[17] Cardozo, J.; Castillo, R. y Márquez, L. **“Estudio y Determinación de las Variaciones Cualitativas y Cuantitativas en la Generación de Basuras y Otros Desechos Sólidos en Áreas Recreacionales de un Sector del Litoral Central. Municipio Vargas. Distrito Federal”**. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (1998).

[18] Agelvis, R. y Naranjo, H. **“Proposición de una Metodología para Diseño, Operación y Mantenimiento de Rellenos Sanitarios en Venezuela”**. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (1994).

[19] Labarca L. y Larez J. **“La Basura y Otros Desechos Sólidos; Manipulación y Reciclaje”**. Trabajo de Grado, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Central de Venezuela. Caracas. (1984).



[20] Congreso de la República de Venezuela. (1982). **“Decreto 2216. Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos”**. Disponible: [www.adan.org.ve/documentacion/download/doc3.doc](http://www.adan.org.ve/documentacion/download/doc3.doc). [Consulta 2009, Junio 15].

[21] Bartolucci, A. **Tabla distribución normal estándar**. Disponible: [http://espanol.geocities.com/angelbartolucci/estadistica/tabla\\_normal\\_s.htm](http://espanol.geocities.com/angelbartolucci/estadistica/tabla_normal_s.htm). [Consulta 2009, Junio 03].

[22] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. (CEPIS). **“Método Sencillo del Análisis de los Residuos Sólidos**. Disponible: <http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>. [Consulta 2009, Junio 15].

[23] Osorio, A. **Modulo de Educacion Ambiental** Disponible: [http://www.miportal.edu.sv/NR/rdonlyres/16D880F2-02C2-423F-B43E-439007F2BC3C/0/1\\_Desechos\\_0\\_.pdf](http://www.miportal.edu.sv/NR/rdonlyres/16D880F2-02C2-423F-B43E-439007F2BC3C/0/1_Desechos_0_.pdf) [Consulta 2009, Junio15].

[24] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (M.A.R.N.). **“Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático”**. Caracas. (2005).

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**

**ASCENSO:**

<b>TÍTULO</b>	<b>DIAGNÓSTICO, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LA COMUNIDAD BOYACA III SECTOR OESTE, MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR, ESTADO ANZOÁTEGUI</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CULAC / E MAIL</b>
<b>PEREZ ADJEMIAN JOSE ANTONIO</b>	<b>CVLAC:15.212.052 E MAIL:japapipi@hotmail.com</b>
<b>LUZON GUERRA ANELI DEL</b>	<b>CVLAC:14.308.126</b>

<b>VALLE</b>	<b>E MAIL:anelugue@hotmail.com</b>
	<b>CVLAC:</b> <b>E MAIL:</b>
	<b>CVLAC:</b> <b>E MAIL:</b>

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

DIAGNOSTICO

DESECHOS SOLIDOS

COMPOSICION

TASA DE PRODUCCION

RUTAS DE RECOLECCION

BOYACA III

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**

**ASCENSO:**

<b>ÁREA</b>	<b>SUBÁREA</b>
<u>INGENIERIA Y CIENCIAS</u> <u>APLICADAS</u>	<u>INGENIERIA CIVIL</u>

**RESUMEN (ABSTRACT):**

La generación de desechos sólidos constituye un problema ambiental de gran repercusión para la comunidad de Boyacá III Sector Oeste, todo esto debido a diversos factores tales como el crecimiento poblacional con hábitos de consumo inadecuados y educación ambiental precaria, inadecuado manejo de gestión de residuos sólidos por parte de la comunidad entre otras todo esto ocasionando graves problemas al ambiente y a las personas que habitan dicha comunidad.

### **METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y**

#### **ASCENSO:**

#### **CONTRIBUIDORES:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL</b>				
<b>Belkis Sebastiani</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU X</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>4.363.990</b>			
	<b>E_MAIL</b>	<b>sebastianibelkis@hotmail.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Ana Ghanem</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>5.396.725</b>			
	<b>E_MAIL</b>	<b>Ana_ghanem@hotmail.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
<b>María Ramírez</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>13.766.690</b>			
	<b>E_MAIL</b>	<b>Tocho2@gmail.com</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>				

	E_MAIL	
	E_MAIL	

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

2010	01	14
AÑO	MES	DÍA

**LENGUAJE. SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

**ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.DIAGNOSTICO MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SOLIDOS.DOC	Aplicación /mword 98

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H  
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u  
v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Ingeniero Civil

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pregrado

**ÁREA DE ESTUDIO:**

Departamento de Ingeniería Civil

**INSTITUCIÓN:**

Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y  
ASCENSO:**

**DERECHOS**

**De acuerdo con el Artículo 44 del Reglamento de  
Trabajos de Grado:**

"Los trabajos de grado son exclusiva propiedad de la  
Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines,  
con el consentimiento del consejo de Núcleo respectivo, quien lo  
participará al Consejo Universitario".

---

José A. Pérez A

**AUTOR**

---

Anelí Luzón Guerra

**AUTOR**

---

Prof. Belkis Sebastiani Prof. Ana Ghanem Prof. Maria Ramirez

**TUTOR**

**JURADO**

**JURADO**

---

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**