



INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES

DIPLOMADO SUPERIOR GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Tema: DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE UN MODELO
DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA
PARROQUIA ZAPOTILLO, CANTÓN ZAPOTILLO.

Alumna: Ing. Cristina Gutierrez Martínez

Director: Fernando López Parra, *PhD.*

2012

Autoría

LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN, ASI COMO LAS DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SON DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LA AUTORA.

Quito, 18 de Septiembre del 2012.

DELIA CRISTINA GUTIERREZ MARTINEZ

Profesor. Fernando López Parra

Certifica:

Haber dirigido la presente monografía de grado cuyo título es **“DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PARROQUIA ZAPOTILLO, CANTÓN ZAPOTILLO”**, realizada por la Señorita Ingeniera Delia Cristina Gutiérrez Martínez, previa la obtención del título del Diplomado Superior Gestión y Evaluación de Proyectos, la misma que ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizo su publicación.

Quito, 18 de Septiembre del 2012

Profesor. Fernando López Parra
DIRECTOR DE LA MONOGRAFÍA

Dedicatoria

Al culminar el presente trabajo de investigación quiero agradecer especialmente a Dios y a la virgencita de Guadalupe por darme la fortaleza y sabiduría para seguir adelante, lo dedico al sacrificio de los dos seres más importantes dentro de mi vida mi padre *José Gerardo Gutiérrez C.*, por enseñarme que el trabajo y la responsabilidad son la clave de todo éxito y a mi madre *Luisa Marina Martínez O.*, por su comprensión, apoyo y paciencia que me brindó. De la misma manera mi agradecimiento a mis hermanos *Juanita, Patricio, Luís*, quienes al brindarme el apoyo moral y material han permitido mi superación, y a una persona en especial mi esposo quien me brindo su comprensión, apoyo y cariño Luis Fernando Barreto P., de igual forma dedico este trabajo a todos mis familiares y amigos.

ING. DELIA CRISTINA GUTIERREZ MARTINEZ

A g r a d e c i m i e n t o

Mi más sincero agradecimiento al Plan Binacional Capitulo Ecuador quienes financiaron mi beca, al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Zapotillo, a la Universidad Nacional de Loja y de manera especial al Instituto de Altos Estudios Nacional, con toda su planta docente por haberme formado como profesional para el servicio de la sociedad y de manera especial mi agradecimiento al Profesor Fernando López Parra Director de la presente investigación,

Hago extenso mi agradecimiento a todos los habitantes de los diferentes barrios de la ciudad de Zapotillo por permitirme trabajar y colaborar en el desarrollo del presente trabajo investigativo.

A mis familiares, amigos y demás seres queridos, porque sin su apoyo, sabios consejos e inalterables sentimientos hacia mi persona no hubiese sido posible llegar a lograr mi gran sacrificio y dar cumplimiento a mi meta propuesta.

Finalmente a todos quienes de una u otra forma participaron y apoyaron en la elaboración de la presente investigación, les expresamos mi sincera...**Gratitud.**

LA AUTORA

Resumen

En la presente investigación, la propuesta alternativa presenta un marco de referencia que permita comprender la situación actual de los residuos sólidos a nivel mundial y nacional y su inserción en las prácticas urbanas a nivel de nuestro cantón. Las parroquias rurales de la provincia de Loja han experimentado cambios importantes que se evidencian en las diferentes propuestas dentro de las nuevas estructuras de desarrollo cantonal, las cuales permitirán desde su ámbito de acción conocer los problemas de la realidad y buscar una visión hacia la transformación y el desarrollo. El objetivo de la investigación fue el “diseño y establecimiento de un modelo de gestión de residuos sólidos para la parroquia Zapotillo, cantón Zapotillo” que permitirá lograr de forma adecuada manejar los desechos sólidos, a través de un modelo de manejo y gestión de residuos sólidos en algunos barrios. Para cumplir con el objetivo de la propuesta del trabajo de investigación” diseñar y establecer un modelo de gestión de residuos sólidos para la parroquia Zapotillo, cantón Zapotillo”, considerando los campos político, social y económico, se establecieron encuestas a las personas de las localidades y además se desarrollaron talleres que apoyaron los conocimientos rudimentarios que estas tenían en torno a temáticas de manejo ambiental.

En el presente trabajo de investigación se tomaron en cuenta los criterios de personas insertadas en la temática de conservación de recursos naturales, dentro de ellos se insertó un modelo de gestión de residuos el cual contiene procedimientos de mejoras en el manejo de estos recursos, basándose en la relación de la población con su medio ambiente, y, la inserción de sus actividades dentro de su conservación, para con ello llegar a la propuesta alternativa de la “Construcción de un Relleno Sanitario Manual “, cuyo objetivo es promover el manejo adecuado de la basura, y ver en este manejo una alternativa rentable a largo plazo. Finalmente las conclusiones y recomendaciones que servirán de instrumento para llegar a cumplir los objetivos trazados, y de una forma incentivar a los gobiernos locales a desarrollar sus fortalezas.

INDICE

Autoría.....	- 2 -
Certifica:.....	- 3 -
Dedicatoria.....	- 4 -
Resumen	- 6 -
1. Título	- 10 -
2. Problemática	- 11 -
3. Justificación.....	- 13 -
4. Objetivos.....	- 15 -
4.1. Objetivos General.....	- 15 -
4.2. Objetivos Específicos	- 15 -
5. Marco Teórico	- 16 -
5.1. Que son los Residuos Sólidos Urbanos	- 16 -
5.2. Composición de los Residuos Sólidos.....	- 16 -
5.3. Propiedades de los Residuos Sólidos Urbanos.....	- 19 -
5.3.1. Propiedades Físicas de los Residuos Sólidos Urbanos.....	- 19 -
5.3.1.1. Densidad y contenido de humedad.....	- 19 -
5.3.1.2. Distribución del tamaño de partículas.....	- 20 -
5.3.1.3. Capacidad de campo.....	- 21 -
5.3.1.4. Conductividad hidráulica de los residuos.....	- 21 -
5.3.1.5. Esfuerzos cortantes.....	- 21 -
5.3.2. Propiedades Químicas y Energéticas.....	- 22 -
5.3.3. Propiedades Biológicas de los RSU	- 23 -
5.3.3.1. Descomposición de la basura	- 25 -
5.3.3.2. Procesos de fermentación.....	- 28 -
5.4. Separación de los RSU	- 28 -
5.5. Almacenamiento y Transporte de los RSU	- 30 -
5.5.1. Estaciones de transferencia.....	- 32 -
5.5.2. Sistemas de Recogidas	- 32 -
5.6. Disposición Final de los Residuos RSU	- 33 -
5.6.1. Minimización de los RSU.....	- 33 -
5.6.2. Reutilización y Reciclaje de Fracciones de RSU	- 34 -
5.6.3. Tratamiento Biológico de los RSU.....	- 39 -
5.6.3.1. Principios de Composteo.....	- 39 -
5.6.3.2. Digestión anaerobia.....	- 41 -
5.6.3.3. Métodos anaerobios y Aerobios de dos Fases.....	- 43 -
5.6.4. Tratamiento Térmico. Combustión/Incineración	- 43 -
5.6.5. Vertido de RSU	- 44 -
5.6.5.1. Tipos de Vertederos	- 47 -
5.6.5.2. Gas de Vertedero.....	- 47 -
5.6.5.3. Lixiviado en los Vertederos	- 48 -
5.7. Legislación de los RSU	- 49 -
6. Materiales y Métodos	- 52 -
6.1. Localización de la Zona de Estudio.....	- 52 -
6.1.1. Ubicación Geográfica.....	- 54 -
6.1.2. Ubicación política.....	- 54 -

6.1.3. Zona de Vida	- 54 -
6.1.4. Topografía	- 54 -
6.1.5. Clima y Suelo	- 55 -
6.1.6. Cobertura vegetal.....	- 55 -
6.1.7. Hidrografía.....	- 55 -
6.1.8. Población	- 56 -
6.2. Materiales	- 57 -
6.2.1. Materiales de Campo.....	- 57 -
6.2.2. Materiales de Oficina.....	- 57 -
6.3. Metodología.....	- 57 -
6.3.1. Metodología para el primer Objetivo	- 57 -
6.3.1.1. Fase documental.....	- 57 -
6.3.1.2. Observación directa.....	- 58 -
6.3.1.3. Encuestas y entrevistas previamente estructuradas a informantes claves	- 58 -
6.3.1.4. Encuesta previamente estructurada a familias	- 58 -
6.3.1.5. Pasos para la elaboración del diagnóstico	- 58 -
6.3.1.6. Fase de campo.	- 58 -
6.3.1.7. Procesamiento de la información	- 63 -
6.3.2. Metodología para el Segundo Objetivo	- 63 -
6.3.3. Metodología para el Tercer Objetivo	- 64 -
6.3.3.1. Criterios Básicos	- 64 -
6.3.3.2. Criterios para la participación comunitaria	- 66 -
6.3.3.3. Criterios de diseño.....	- 67 -
6.3.3.4. Aspectos Demográficos.....	- 67 -
6.3.3.5. Producción total.....	- 68 -
6.3.3.6. Densidad.....	- 69 -
6.3.3.7. Volumen de residuos sólidos.....	- 69 -
6.3.3.8. Volumen del relleno necesario.....	- 70 -
6.3.3.9. Cálculo del área requerida.....	- 71 -
6.3.3.10. Volumen de la zanja.....	- 73 -
6.3.3.11. Dimensiones de la zanja.....	- 73 -
6.3.3.12. Vida útil del terreno.....	- 74 -
7. Cronograma	- 75 -
8. Presupuesto y Financiamiento	- 76 -
9. Bibliografía.....	- 78 -
10. Anexos.....	- 80 -
10.1. Marco Lógico	- 80 -

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Origen y tipos de residuos sólidos	- 17 -
Cuadro 2. Composición de los Residuos sólidos.....	- 18 -
Cuadro 3. Densidad y nivel de humedad de los residuos sólidos.....	- 20 -
Cuadro 4. Distribución típica del tamaño de partículas de los RSU	- 20 -
Cuadro 5. Análisis mediato o elemental típico de RSU	- 23 -
Cuadro 6. Contenedores para el almacenamiento de RSU.....	- 31 -
Cuadro 7. Composición típica del gas de vertedero	- 48 -
Cuadro 8. Composición química típica del lixiviado	- 49 -
Cuadro 9. Población total del área urbano y rural del cantón Zapotillo y sus parroquias-	56 -

Índice de Figura

Figura 1. Mapa del Cantón Zapotillo.....	- 52 -
Figura 2. Catastro predial urbano de Zapotillo.....	- 53 -

Índice de Anexo

Anexo 1. Marco Lógico.....	- 80 -
----------------------------	--------

1. Título

**DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE UN MODELO DE
GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PARROQUIA
ZAPOTILLO, CANTÓN ZAPOTILLO.**

2. Problemática

Los problemas ambientales producidos por el manejo inadecuado de los desechos sólidos, son producto de deficientes medidas de control y mitigación ambiental, la contaminación de cuerpos líquidos superficiales y subterráneos, la alteración y contaminación del suelo, entre otras; son precisamente efectos producidos por la falta de estrategias locales que permitan su conservación, protección y manejo.

Es indudable que la cantidad de desechos sólidos originados en la parroquia Zapotillo con una población de 1 857 habitantes aún no son grandes, pero la complejidad y diversidad de los mismos los vuelven peligrosos al no poseer un sitio adecuado para la disposición de dichos desechos, afecta sobre manera las condiciones ambientales de estos sitios; es por ello que la población ha evidenciado la necesidad de que se implemente un sistema de recolección de desechos y el diseño y construcción de un relleno sanitario aplicable a sus condiciones.

Esta es la razón para que exista un botadero a cielo abierto, que al estar distante de la parroquia Zapotillo aparentemente no provoca ningún inconveniente, sin embargo todo esto significa graves riesgos sanitario-ambientales como por ejemplo la contaminación de la quebrada que atraviesa dicho botadero la cual es utilizada luego aguas abajo en actividades agropecuarias por los asentamientos poblacionales, afectando la salud humana con diversos agentes infecciosos, así como también perjudica a la vida acuática y florística.

La contaminación del aire es directa ya que en el sitio mismo del botadero a cielo abierto la descomposición de la materia presente en los residuos sólidos, origina la emanación de gases como el dióxido de carbono, el metano, ácido sulfhídrico entre otros, lo cual trae consigo

diversas afectaciones preferentemente a la población más cercana al lugar, por la exposición a estos provocando desde dolores de cabeza hasta intoxicaciones.

Por otro lado un problema derivado es la contaminación directa del suelo la cual genera contaminación indirecta de las aguas superficiales por arrastre de material hacia ellas, y de las aguas freáticas por infiltración de lixiviados. Esto además ocasiona pérdida de la capacidad productiva y deterioro paisajístico, lo que conlleva a la disminución del turismo local.

Un agravante adicional es la falta de gestión de los recursos económicos que posee el Gobierno Municipal lo cual no permite la contratación de equipo técnico que ejecute los estudios de impacto ambiental necesarios, que permitan la determinación de afectaciones ambientales que acarrea la disposición inadecuada de los residuos sólidos de la parroquia Zapotillo.

Bajo este enfoque, alternativas como modelos de gestión de residuos sólidos en la ciudad de Zapotillo, son muy necesarias, ya que al no disponer de un sistemas de recolección y disposición final, se originan preocupantes focos de contaminación y aparecimiento de enfermedades infectocontagiosas, provocando un desequilibrio de las condiciones ambientales y del ser humano que se traduce en una disminución del nivel de vida de la población en general.

Con estos antecedentes la producción de residuos sólidos en el cantón se ha convertido en uno de los problemas ambientales más representativos para la sociedad Zapotillana; la complejidad y diversidad de estos los vuelven peligrosos, afectando directamente las condiciones naturales de nuestro cantón.

3. Justificación

El incremento en la producción de residuos sólidos es un problema local, regional y mundial y está relacionado con el crecimiento demográfico y el nivel de industrialización del lugar entendiéndose a éste como el aumento en la producción y consumo de productos elaborados.

Ciertamente, la constitución de la política del Ecuador, garantiza el derecho de la población a vivir en un medio sano y libre de contaminación, en muchos sectores, como es el caso de la parroquia Zapotillo, este derecho inalienable no es evidente.

La parroquia Zapotillo produce de 3 a 4 toneladas de residuos sólidos por día, estos datos corresponden a la cantidad de basura recolectada, sin embargo vale recalcar que este volumen no corresponde al real debido a que la eficiencia de recolección en el cantón es del 90% lo que significa que existen residuos que al no ser recuperados por los vehículos recolectores son eliminados de diversas formas (terrenos baldíos, incineración, entre otras). Todo esto unido a deficientes niveles culturales de la población y hábitos de higiene, origina los botaderos de basura a cielo abierto.

Este es el caso de la parroquia Zapotillo la que al no poseer un Relleno Sanitario coloca toda su producción de residuos en un botadero ubicado en la vía chambarango en la parroquia Zapotillo. Esto representa un grave riesgo sanitario-ambiental, por lo que la adopción de técnicas más eficientes en la gestión de los residuos como lo es la propuesta de este trabajo, contribuirá a mitigar los impactos ambientales y a preservar la salud.

El presente trabajo busca presentar una opción técnica de ingeniería compatible con la realidad observada como lo es el Diseñar y Establecer un modelo de gestión de Residuos Sólidos en la parroquia Zapotillo con la adopción de prácticas de ingeniería eficientes, ya que al relleno sanitario no debe ser conceptualizado simplemente como un lugar seguro para ubicar basura, sino que es una instalación completa constituida por varias áreas como son: área de compostaje, área de clasificación y reciclaje, constituyéndose estas actividades no solo como la mejor arma para incrementar la vida útil del relleno sanitario sino como una oportunidad tanto para generar empleo, como para generar ingresos económicos, al considerarla a la basura una fuente de materias primas que nuestra sociedad no puede darse el lujo de desaprovechar, además de ser uno de los instrumentos más requeridos actualmente para alcanzar el gran objetivo satisfacer las necesidades humanas sin que esto signifique la degradación sanitaria, social ni mucho menos ambiental.

4. Objetivos

Los objetivos planteados para el desarrollo de esta investigación son:

4.1. Objetivos General

- ✓ Diseñar y establecer un modelo de gestión de Residuos Sólidos para la parroquia Zapotillo, cantón Zapotillo.

4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico de la capacidad de generación real y características de los residuos sólidos (calidad y cantidad) de la parroquia Zapotillo.
- ✓ Establecer un sistema de recolección de desechos, acorde a las características geográficas, culturales y económicas de la población y definir el tratamiento óptimo para la disposición final de los residuos sólidos.
- ✓ Diseñar un sistema de Relleno Sanitario Manual en concordancia a la capacidad de basura producida y al sistema de recolección.

5. Marco Teórico

5.1. Que son los Residuos Sólidos Urbanos

Se definen como aquellos desperdicios, que no son transportados por agua y rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles, llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos. Los desechos incluyen diversos materiales, que pueden ser combustibles (papel, plástico, textiles, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, mampostería, etc.) la mayor parte de estos residuos se desechan con regularidad desde localidades específicas. Existen residuos, en ocasiones llamados especiales, como el cascajo de las construcciones, las hojas de los árboles, la basura callejera, los automóviles abandonados y también los aparatos viejos, que se recolectan a intervalos esporádicos en diferentes lugares (Glynn y Gary 1999)

5.2. Composición de los Residuos Sólidos

En muchas situaciones, las basuras domésticas y comerciales se recogen y se transportan, y a veces la composición de ambas coincide. Lo más común es distinguir entre residuos orgánicos y residuos inorgánicos

Esto no puede parecer satisfactorio para los particulares y para todos los usuarios (por ejemplo, verter lo inerte y transformar biológicamente lo inorgánico) (Kiely1999).

Lo que se explicará para la composición reflejará el tratamiento propuesto. Por ejemplo, si se propone incinerar los residuos, entonces es esencial evaluar el poder calorífico y los residuos se clasificarán según sean combustibles o incombustibles. Si se plantea la digestión anaerobia de la fracción orgánica de los alimentos, entonces podría ser más adecuado detallar la fracción alimentaria y agrupar todo el resto en otros. Los residuos también se clasifican con vista a la

posible recuperación de sus componentes, y esto identificaría con más detalle el vidrio, los metales, el plástico y maderas. Los residuos sólidos industriales se recogen mayoritariamente por transportistas privados, ya que se trata de residuos sólidos de la industria de la construcción. Las industrias tienden a diferenciar la composición de sus residuos según el tipo de industria. La OMS (1999) organiza los residuos industriales en tres categorías:

- Residuos industriales no peligrosos.
- Residuos peligrosos
- Residuos de hospitales

Los residuos generados dentro de un Municipio (excluyendo los industriales y agrícolas) variarían ampliamente y dependerán de la comunidad y de su nivel comercial institucional. Los datos de los residuos dependerán también del nivel de sofisticación del funcionamiento de la gestión de los residuos (Kiely 1999).

Cuadro 1. Origen y tipos de residuos sólidos

FUENTES	LOCALES	TIPO DE RESIDUOS
DOMESTICA	Viviendas unifamiliares y multifamiliares	Alimentos, papel, embalaje, vidrio, cenizas de basura
COMERCIAL	Mercados, tiendas, restaurantes, oficinas, hoteles.	Alimentos, papel, embalaje, vidrio, metal, cenizas, etc.
INDUSTRIAL	Fabricación, industrias productoras de materiales ligeros y pesados, generación de energía.	Residuos de procesos industriales, metales, plásticos, aceites y residuos peligrosos.
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN		Tierra, cemento, madera, acero, plástico, vidrio, vegetación.

Según Sans y Ribas (2000) el problema de los residuos sólidos viene dado principalmente por el incremento de la utilización de envases sin retorno en estos últimos años. Estos envases pueden ser de diferentes materiales, lo que implica que su tratamiento puede complicarse ya que será necesaria una selección previa. Según el tipo de materiales de que están compuestos estos envases se puede establecer la siguiente clasificación:

- Celulosa(papel, cartón, madera,etc)
- Fibras textiles naturales y sintéticas.
- Vidrio y cerámica.
- Metales (ferricos y no ferricos).
- Plásticos. Halogenados (PVC) y no halogenados(PP)
- Constitución mixta (papeles plastificados, telas plastificadas, etc.)

Cuadro 2. Composición de los Residuos sólidos

COMPOSICIÓN GENERAL	COMPOSICIÓN TÍPICA	COMPOSICIÓN ESPECÍFICA
ORGANICA	Alimentos	Alimentos
	Putrescibles	
	Papel y cartón	Papel
	Plásticos	Cartón Poliétileno tereftalato Poliétileno de alta densidad Cloruro de polivinilo Poliétileno de baja densidad Polipropileno Poliestireno Otros plásticos multicapa
	Ropa/telas	Productos textiles Alfombras Goma Pieles
	Residuos de jardín Madera Restos orgánicos	Restos de jardín Madera Huesos
INORGANICAS	Metales	Latas Metales ferrosos Aluminio Metales no ferrosos
	Vidrio	Incoloros Coloreados
	Tierra, ceniza etc	Tierra, sólidos de desbaste Ceniza Piedras Ladrillos
	No clasificados	Objetos voluminosos

5.3. Propiedades de los Residuos Sólidos Urbanos

Tradicionalmente los manipuladores de residuos no necesitan saber sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos desde que todos los residuos se descargaban a los vertederos. Como el tratamiento adecuado actualmente implica reciclaje, reutilización, transformación y eliminación, es importante saber los detalles de los residuos con respecto a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los mismos. (Kiely 1999).

5.3.1. Propiedades Físicas de los Residuos Sólidos Urbanos

Las propiedades físicas más importantes son:

- Densidad y nivel de humedad (Kg. /m).
- Distribución del tamaño de las partículas (rango en mm).
- Capacidad de campo (porcentaje).
- Conductividad hidráulica (m/día).
- Esfuerzo cortante (KN/m).

5.3.1.1. Densidad y contenido de humedad

La densidad de los residuos sólidos varía con su composición, el nivel de humedad y el grado de compactación. Los residuos alimenticios oscilan entre 100 y 500 Kg/m³ con niveles de humedad correspondientes al 50 y 80%. Los residuos compactados normalmente en vertedero tienen una densidad de 200 a 400 Kg/m³ con un contenido de humedad del 15 al 40%. El nivel de humedad es importante si se caduca la potencia calorífica, el tamaño del vertedero y del reactor, etc. (Kiely 1999).

Cuadro 3. Densidad y nivel de humedad de los residuos sólidos

ORIGEN DEL RESIDUO	COMPONENTE DEL RESIDUO	DENSIDAD (Kg/m ³)	NIVEL DE HUMEDAD (% en peso)
Doméstico	Alimentos	290	70
	Papel y cartón	70	5
	Plásticos	60	2
	Vidrio	200	2
	Metales	200	2
	Ropa/telas	60	10
	Cenizas, polvo	500	8
Municipales	No compactados	100	20
	En camión	300	20
	Compactador		
	Compactación normal en vertedero	500	25
	Bien compactado en Vertedero	600	25

Adaptado en parte de Tchobanoglous (1993) por Gerard Kiel

5.3.1.2. Distribución del tamaño de partículas

El tamaño de partículas es importante para el reciclaje y reutilización y para el dimensionado de equipos para futuros tratamientos (Kiely). Los componentes de los residuos se suelen describir según su longitud, anchura y altura. Es importante conocer la longitud para medir las bandas transportadoras, las trituradoras, etc. Para los tratamientos de compostaje y otros se utilizan trituradoras y separadoras para la reducción de tamaño hasta conseguir el requerimiento.

Cuadro 4. Distribución típica del tamaño de partículas de los RSU

COMPONENTE	INTERVALO DE TAMAÑOS (mm)	TÍPICA (mm)
Alimentos	0-200	100
Papel catón	100-500	350
Plásticos	0-400	200
Vidrio	0-200	100
Mátales	0-2000	100
Ropa textil	0-300	150
Ceniza, polvos	0-100	25

Adaptado en parte de Tchobanoglous (1993) por Gerard Kiely

5.3.1.3. Capacidad de campo

Este es el porcentaje máximo de humedad volumétrica del suelo que una muestra de terreno es capaz de retener libremente en contra de la gravedad. Por encima de la capacidad de campo, el agua drena libremente. Existe una variación de un 5% para los terrenos arenosos a un 30% para los terrenos áridos. De la misma manera los residuos sólidos (en vertederos) tendrán una capacidad de campo que disminuye con la presión del recubriendo.

Los RSU compactados tiene una capacidad de campo del 50 al 60 %. El agua exceso de la capacidad de campo, drenar como lixiviado. Por tanto, es importante determinar la capacidad de campo de un residuo determinado y su metodología de eliminación a vertedero, para limitar la cantidad de generación de lixiviado (Kiely 1999).

5.3.1.4. Conductividad hidráulica de los residuos

Los lodos de los vertederos tienen a resistir los movimientos de las aguas en su interior gracias al bajo grado de conductividad hidráulica que poseen en virtud del elevado contenido de humedad. En cambio, la Precipitación se convierte en escorrentía superficial y el lodo se transporta por el terreno hacia corrientes superficiales. (Kiely 1999).

5.3.1.5. Esfuerzos cortantes

El esfuerzo cortante o la cizalladura de los lodos en los vertederos es prácticamente cero. Cuando se evacuan conjuntamente con residuo seco (papel, cartón), cizalladura mejora. Los residuos tienen un esfuerzo cortante que es máximo justo después de la compactación y disminuye con el paso del tiempo, llegando incluso a cero tras varios años de estancia en el vertedero.

5.3.2. Propiedades Químicas y Energéticas

Tradicionalmente, se tiraba al vertedero todo RSU de este modo no era necesario evaluar las propiedades del mismo, y menos aun las químicas. Sin embargo existen varias posibilidades de reciclar, reutilizar y transformar los RSU; uno de los primeros pasos para identificar la tecnología de tratamiento más apropiada es determinar sus propiedades químicas (Kiely 1999). Estas son:

- Análisis inmediato.
- Análisis mediato o elemental
- Contenido de energía

El análisis inmediato se incluye:

- Contenido de Humedad en porcentaje en peso.
- Material volátil
- Carbón fijo
- Fracción no combustible(cenizas)

Los elementos más importantes en la transformación de energía los residuos en el análisis mediato:

- Carbono C
- Oxígeno O
- Nitrógeno N
- Hidrogeno H
- Azufre S
- Cenizas

Cuadro 5. Análisis mediató o elemental típico de RSU

COMPONENTE	CARBONO	HIDRÓGENO	OXIGENO	NITÓGENO	AZUFRE	CENIZA
	%	%	%	%	%	%
Alimentos	48,0	6,0	38,0	2,5	0,5	5
Papel catón	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6
Plásticos	60,0	7,0	23,0			10
Vidrio	0,5	0,1	0,4	<0,1		99
Mátales	5,0	0,6	4,3	0,1		90
Ropa textil	55,0	7,0	30,0	5,0	0,2	3
Ceniza, polvos	26,0	3,0	2,0	0,5	0,2	68

Gerard Kiely, 1999.

5.3.3. Propiedades Biológicas de los RSU

Son importantes para la tecnología de la digestión aerobia/anaerobia en la transformación de residuos en energía y productos finales beneficiosos. El proceso anaerobio implica la descomposición biológica de residuos alimenticios con productos finales de metano, dióxido de carbono y otros (Kiely 1999).

1. Bioquímica de la basura

El transformar los desechos orgánicos de la basura requiere un conocimiento de la bioquímica de esta, principalmente de los procesos de fermentación. Debido a la diversidad de sustancias orgánicas presentes en la basura doméstica y en base a su concentración, destacan, los glucidos y sus derivados, como la celulosa; su abundancia explica en gran medida las reacciones químicas que sufre la basura en el proceso de descomposición (MICROSOFT 2007).

Así, desde el punto de vista práctico de la fermentación estos compuestos se dividen en: a) solubles en agua; b) poco solubles en agua y c) insolubles en agua.

En el primer grupo, bajo la acción enzimática de los diferentes microorganismos se produce abundante CO₂ esto ocurre incluso previo a que la basura sea recolectada, se trata de azúcares simples como sacarosa, lactosa y glucosa; en el segundo grupo encontramos que la

fermentación es mas lenta, y participan compuestos como hemicelulosas, almidón y materias pépticas principalmente; finalmente en el tercer grupo, es la celulosa quien destaca, esta se encuentra mezclada en productos, en papeles, cartones y embalaje (aproximadamente con un 25% de celulosa).

El grupo de materiales insolubles en agua, e giroscópicos, con frecuencia aparecen en masas compactas, lo que exige trituración para acelerar la fermentación, así bajo el ataque oxidante de los microorganismos, son los glúcidos quienes sufren numerosas deshidrogenaciones, hasta llegar a convertirse en CO₂, agua y calor.

El incremento en la temperatura de los materiales que conforman la basura, obedece al proceso de fermentación, la cual se atribuye a las relaciones que generan los grupos de hidratos de carbono de las primeras categorías de desechos sólidos.

En la basura encontramos compuestos como: próticos, que son la fuente de nitrógeno; sustancias fermentables como fenoles, antocianinas, alcaloides, terpenos, diastasa, entre otros. Parece que las diastasas se encuentran en cantidades ínfimas, pero desempeñan un papel importante para iniciar la fermentación.

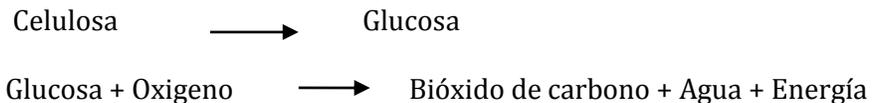
Las ligninas son un grupo aparte, estas son polímeros complejos, de acuerdo a su origen; algunos estudios parecen indicar que el humus o ácido humito, se deriva principalmente de ligninas. En un periodo de maduración se determina de degradar la lignina y la celulosa presente en la basura, en este periodo las reacciones secundarias dan origen al humus en sus formas estables y complejas (MICROSOFT 1997).

Existe dificultad en predecir la descomposición de la basura; debido a la heterogeneidad del material y al poco conocimiento sobre los mecanismos que operan en la degradación. Se conocen algunos cambios físicos, químicos y biológicos importantes durante la descomposición de la basura, estos son: a) decaimiento biológico de compuestos orgánicos con generación de gases y líquidos; b) oxidación química de materiales; c) desprendimiento y difusión de gases; d) lixiviación de materiales orgánicos e inorgánicos.

5.3.3.1. Descomposición de la basura

Para el estudio de estos procesos se distinguen cuatro etapas en la descomposición de la basura; a) aerobia; b) anaerobia no metanogénica; c) anaerobio metanogénico inestable; y d) anaerobia metanogénica estable (Trejo, 1994 citado por J. H Hernández, 1996).

1. Fase aerobia



La primera etapa, es la más rápida requiere de una porción adecuada de aire y agua en la composición de la basura; en esta etapa se encuentran altas concentraciones de bacterias proteolíticas, de uno a 100 millones g⁻¹ de basura, en su mayoría son anaerobias facultativas, que al separarlas destacan *Clostridium* (65%) asociada a *bacteroides*, *bífidobacterias* y *veillonella*, esos organismos son los responsables en la producción de exoenzimas proteolíticas que solubilizan y degradan proteínas, proteasas y polipéptidos (MICROSOFT 1997).

En esta etapa bioquímica existen abundantes bacterias celulíticas (del orden de 100 millones g⁻¹) anaerobias estrictas, que solubilizan a las celulosas, hemicelulosas, pectinas entre otros:

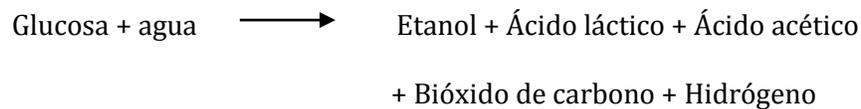
además de bacterias lipolíticas, anaerobias estrictas que mediante la oxidación de lipasas degradan materias grasas.

2. Fase anaerobia no metanogénica

a) Fermentación bacteriana de hexosas



b) Fermentación ácida mixta



En esta etapa, la materia orgánica se descompone en ácidos orgánicos mediante la participación de organismos facultativos y anaerobios, se estima la existencia de unas 100 veces más bacterias anaerobias que facultativas (de 1000 a 10 000 millones ml⁻¹). La taxonomía se conoce poco, pero se han distinguido principalmente **Gran negativos** no esporulados cuyos productos del metabolismo son diversos, como: CO₂, ácidos orgánicos, amoníaco, alcoholes, cetonas e hidrógeno; sin embargo la mayoría de estos productos desaparecen rápidamente del medio y no se acumulan, así los alcoholes y las acetonas se transforman en ácidos orgánicos, mientras que el hidrógeno reduce al CO₂ para sembrar metano. En esta etapa también se encuentran bacterias sulfato reductoras (desulfovidrio) en concentraciones de 10 000 ml⁻¹, que compiten por el hidrógeno con las bacterias metanogénicas (MICROSOFT 1997).

3. Fase anaerobia metanogénica inestable



En esta etapa, caracterizada por la formación de metano inestable, participan bacterias que por su metabolismo y estructura se clasifican dentro de los protistas más primitivos de la tierra, hablamos de las arqueobacterias, que son anaerobias estrictas, su desarrollo se inhibe en presencia de oxígeno; es difícil aislar, purificar cultivar, y cuantificar este tipo de bacterias en el laboratorio, pero en los ambientes donde se genera metano existen cantidades de 100 millones ml^{-1} (MICROSOFT 1997).

Los sustratos donde se desarrollan son específicos y producen metano solo cuando están presentes compuestos como el CO_2 , hidrógeno, acetato, formato, y otros ácidos orgánicos de bajo peso molecular. Si el pH desciende de 8 a 6,5, las bacterias productoras de ácidos están activas y las del metano en periodo de adaptación, pueden descender la concentración de los ácidos volátiles, de tal forma que ocasionan elevaciones del pH. Para compensar las variaciones de acidez o alcalinidad del medio y mantener la estabilidad del Ph existe la capacidad reguladora del sistema CO_2 - bicarbonato, estos compuestos interactúan con los ácidos volátiles y el amoníaco formado el proceso de descomposición.

4. Fase anaerobia metanogénica estable.



En esta cuarta etapa, se produce metano y bióxido de carbono a partir de los ácidos orgánicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica. Esta etapa dura mientras exista materia orgánica susceptible de descomponerse, los gases producidos son casi, en su totalidad CO_2 y CH_4 , que se cree que se producen equimolarmente (MICROSOFT 1997).

El tiempo transcurrido para lograr la fase metanogénica estable varía, ya que depende de la humedad y la composición de la basura. Esta es la fase a la cual una vez que se alcanza, puede decirse que la basura a madurado, entonces es cuando puede iniciarse el proceso de composteo, en las fases anteriores no es posible debido a las condiciones anaeróbicas.

5.3.3.2. Procesos de fermentación.

Es un proceso biótico, es decir llevado a cabo por seres vivos. Las reacciones son fermentaciones principalmente aerobias, ósea realizadas en presencia de oxígeno del aire, que necesitan también humedad.

Durante la fermentación hay un consumo de materia orgánica, fundamentalmente glúcidos, desprendiéndose dióxido de carbono (CO₂) y calor, por lo que la temperatura de la masa se eleva. Paralelamente los microorganismos sintetizan productos orgánicos más complejos, produciéndose al final, entre otros, materiales húmicos, esencialmente estables y de difícil o muy lenta descomposición.

5.4. Separación de los RSU

La separación se puede efectuar tanto en la vivienda (industria), como en la estación de transferencia o en el destino final donde es posible la separación mecánica / clasificación. Muchas zonas del mundo practican formas limitadas de separación en origen, es decir, separación de diferentes fracciones en unidades que las empresas transportistas puedan recoger. Si el RSU se separa en origen, se elimina la necesidad de una costosa y difícil clasificación manual y/o mecánica (Kiely 1999). Los residuos sólidos en conjunto se pueden dividir en:

- Residuos que preferiblemente se separan en origen
- Todas las demás basuras domésticas

Los residuos que deberían separarse en origen son:

- Residuos alimenticios: separación en vivienda en origen
- Papel y cartón: separación en vivienda en origen
- Plástico: separación en vivienda en origen
- Metales ferrosos: separación en vivienda en origen
- Vidrio: reciclado en centros de recogida, separación en vivienda en origen

Todos los demás residuos domésticos que pueden ser destinados a los centros de recogida son:

- Residuos voluminosos (muebles, cubiertas de vehículo, etc.)
- Residuos de jardín
- Residuos domésticos peligrosos

1. Requisitos para la Separación en Origen

La separación en origen proporciona las fracciones más limpias y mejor definidas de residuos para el subsiguiente reciclaje o reutilización (Kiely 1999) (pero tiene el coste de recogida más elevado de todos). La separación mecánica o manual (en destino), tiende a ofrecer fracciones que pueden incluir más de un grupo. Existen riesgos sanitarios asociados con la separación manual. La separación mecánica funciona mejor si existe un número limitado de fracciones que tienen propiedades físicas bien definidas (por ejemplo densidad). Los residuos separados en origen pueden ser recogidos tanto en puertas como en aceras o bien entregados en los centros de recogida. En la práctica se utiliza la combinación de los servicios de recogida / entrega (Kiely 1999). Para que la separación de origen funcione, es necesario poseer la siguiente

infraestructura:

- Centros comunitarios de recogida para el vidrio y los metales no ferrosos.
- Centros públicos de recogida, también llamados centros de servicios cívicos, donde pueden verse todos los residuos voluminosos, de jardín, y domésticos que sean peligrosos. En estos centros, se etiqueta claramente a los diferentes tipos de contenedores de basura, para la diferenciación de los residuos.
- Campañas de publicidad ambiental con el fin de educar al público en el grado necesario de separación en origen. En un primer momento esto puede significar la separación de:
 - Comida
 - Papel: prensa, revistas, cartón
 - Plásticos
 - Metales: latas, otros

5.5. Almacenamiento y Transporte de los RSU

Algunos de los tipos y tamaños de los contenedores para el almacenamiento de los RSU van desde pequeñas bolsas de plástico o de papel con capacidad de 25 litros hasta contenedores más grandes con capacidad de hasta 40 000 litros. Los contenedores más utilizados para los residuos domésticos son los pequeños con capacidad de 120 hasta 390 litros. Para bloques de pisos, se utilizan los contenedores con capacidad de 600 hasta 1 000 litros (Kiely 1999). El tipo de almacenamiento utilizado depende del sistema de recogida, que puede ser:

- Recogida en las puertas.

- Recogida periódica en aceras.
- Centros cívicos de recogida.
- Empresa de transporte para la recogida no periódica de artículos voluminosos.
- Contenedores de comunidad para reciclaje.
- Camiones aspiradores.

Los contenedores abiertos se suelen usar para los escombros de construcción y demoliciones. Se utilizan también para residuos de jardines grandes y para la limpieza de comunidades. Para el transporte de RSU se utilizan varios medios de transporte, incluido:

- Camiones tradicionales abiertos utilizados en los países de bajos ingresos.
- Camiones de basura tradicionales que recogen residuos en bolsas.
- Camiones modernos con un solo compartimento que recogen contenedores con ruedas de viviendas unifamiliares.

Cuadro 6. Contenedores para el almacenamiento de RSU

TIPO DE CONTENEDOR	TAMAÑO DE CONTENEDOR (m)	VOLUMEN (l)	UTILIZADO PARA RSU (Domésticos)	UTILIZADO PARA RSU (Comerciales)
Bolsas				
Plásticos	1x0,9	110 y 160	X	X
Papel	1x0,9	110 y 160	X	X
Bolsas en	1x0,9	110 y 160	X	X
Contenedores				
Contenedores Sobre ruedas	1x0,54x0,48	120	X	X
	1,1x0,61x0,55	190	X	X
	1,1x0,72x0,58	240	X	X
Contenedores Multivivienda Sobre ruedas	1,5x2x2,1	600-1100	X	X
Contenedores Comunitarios Vidrio/metal	2x2x1,5	3000	X	X
Skips (de reciclado)	1,2x1,2x1,2	1700	X	X

Mini	1,1x3x1,8	6000	X	X
Maxi	1,8x4,5x1,8	14500	X	X
Jumbo		10000-25000		X
Contenedores				
Contenedores para camiones	2,4x3,6x6	40000	X	X
Aspiradores			X	X

Gerard Kiely, 1999.

5.5.1. Estaciones de transferencia

Los costes de transporte pueden ser elevados si la distancia a recorrer es muy larga. Más que promover que todos los vehículos, especialmente los de pequeño y mediano tamaño, hagan el viaje completo hasta el lugar de tratamiento, se utiliza una estación de transferencia situada entre el origen de los residuos y el destino final (por ejemplo el vertedero) (Kiely 1999).

Todos los vehículos con cargamentos que no superan las 15 toneladas pueden depositar sus residuos en grandes contenedores cerrados con una capacidad de hasta 30 toneladas. Los objetivos de usar una estación de transferencia son:

- 1) reducción en los gastos de transporte.
- 2) reducir la circulación de vehículos pequeños en el lugar de tratamiento de los residuos.
- 3) reducir los gastos del personal debidos a las esperas por los vehículos en tránsito.

5.5.2. Sistemas de Recogidas

La recogida y transporte de residuos, desde los hogares hasta las estaciones de transferencia, hasta las instalaciones de recuperación de materiales, hasta el vertedero o hasta cualquier otro sitio, implica una selección de los vehículos y una optimización de las rutas (Kiely 1999). La integración de los sistemas de rutas necesita información sobre:

- El área servida.

- Tipos y pesos /volúmenes de residuos generados.
- Presencia o ausencia de instalaciones para la recuperación de materiales.
- Presencia o ausencia de estaciones de transferencia.
- Sistemas de tratamiento: vertederos, digestión anaerobia, compostaje, incineración, etc.
- Limitaciones ambientales.
- Limitaciones económicas.
- Flota de vehículos, tamaño y calidad.

5.6. Disposición Final de los Residuos RSU

Las diversas tecnologías de tratamiento y evacuación definitiva de los RSU incluyen:

- 1) minimización de los residuos.
- 2) reutilización y reciclado.
- 3) tratamiento térmico.
- 4) evacuación a vertedero.

5.6.1. Minimización de los RSU

La minimización de los RSU significa reducir la cantidad generada en origen (Kiely 1999). Estas son algunas de las fuentes:

- Unidades de fabricación de productos alimenticios y domésticos.

- Unidades de fabricación para productos comerciales.
- Comercios.
- Viviendas.
- Oficinas, propiedades comerciales e instituciones.

Por ejemplo, en las viviendas se pueden minimizar las basuras alimenticias. En las casas, oficinas u otras instituciones, el papel se puede imprimir en ambas caras, etc.

5.6.2. Reutilización y Reciclaje de Fracciones de RSU

El reciclaje es la práctica más importante dentro de la jerarquía de la administración de residuos sólidos. No obstante, a lo largo de los últimos 250 años la proporción de residuos domésticos reciclados ha disminuido continuamente, desde más del 90 % hasta alrededor del 7 % en 1970 (EPA 1985). A partir de entonces el interés en el reciclaje ha renacido, y en 1987 el estado de Nueva Jersey aprobó la primera legislación de alcance estatal sobre reciclaje obligatorio. De acuerdo con esta ley, los residentes de las 567 comunidades del estado tenían obligación de reciclar, para 1989, el 25 % de los residuos sólidos generados, y todas las poblaciones estaban obligadas a transformar las hojas en abono.

La presión de la falta de capacidad de los rellenos de tierras, los efectos ambientales, la mejoría en los mercados, los incentivos económicos y el apoyo político contribuye a la tendencia hacia el aumento del reciclaje. Para 1990 la recuperación de materiales reciclados en EEUU había ascendido al 17 % del total de RSM generados, cifra que incluye alrededor del 2 % de residuos que presentan una conversión en abono.

1. Mercados para el material reciclado

Para un programa de reciclaje satisfactorio es necesaria la existencia de un mercado confiable y cercano para los materiales recuperados. Aunque la recuperación de ciertos componentes como latas de aluminio y botellas de plástico grandes puede ser rentable, no sucede lo mismo en la mayor parte de los otros programas de reciclaje, los cuales requieren subsidios o legislación por parte de los gobiernos. El costo neto de la recolección en las aceras y el procesamiento de materiales reciclables (tomando en cuenta los ingresos por materiales vendidos) se ha estimado entre 110 y 176 dólares por tonelada métrica, en comparación con un costo representativo de \$ 100 por tonelada para la recolección y entierro de RSM. Si el costo neto del reciclaje es de \$165 por tonelada y el 25 % del flujo de RSM se recicla, la incorporación de un programa de reciclaje aumentaría el costo total del sistema de \$ 100 por tonelada a cerca de \$ 120 por tonelada, con base en costos de recolección de \$ 55 por tonelada y cargos por acarreo y entierro de \$ 44 por tonelada para residuos no reciclados (EPA 1985).

El desarrollo de mercados depende de la calidad de los materiales, la capacidad global de la industria y el costo de las materias primas en competencia. La contaminación del material recuperado por los cambios en su composición química- debidos a los procesos de recuperación significa que estos productos por lo general son de calidad inferior y por tanto de menor precio que los materiales vírgenes.

Además de mercados confiables, los programas de reciclaje requieren una infraestructura de recolección y procesamiento que permita la disponibilidad de un abasto confiable y consistente del material recuperado para los fabricantes. Los productos que se recuperan de los RSM se pueden reutilizar como “recursos” sólo cuando existe un mercado para ellos.

a) Reciclaje de aluminio

Debido al alto costo del mineral de aluminio importado (bauxita) y al desarrollo de una extensa infraestructura de recolección y procesamiento, el aluminio es la materia prima que se recicla con mayor éxito. En 1990, el 64 % de todas las latas de aluminio para bebidas producidas en Estados Unidos (o 54 000 millones de recipientes) se reciclaban.

b) Reciclaje de papel y cartón.

Aunque el papel y el cartón combinados representan la categoría más grande de RSM (por lo común entre el 30 y el 40 % del total, en peso), los esfuerzos por reciclar los diversos tipos de papel han tenido sólo un éxito limitado. Esto se ha atribuido a tres factores:

- La abundancia de fibra virgen de costo relativamente bajo en Estados Unidos y Canadá
- Las grandes distancias entre muchos centros urbanos y las plantas procesadoras.
- La capacidad limitada de las fábricas para destintar y reutilizar el papel de segunda mano.

El establecimiento del reciclaje de periódicos ha sido especialmente difícil: los precios del papel reciclado fluctúan drásticamente desde cero hasta alrededor de 330 dólares por tonelada métrica en un solo año, el material es voluminoso y su manejo costoso, y es necesario destinarlo antes de utilizarlo como materia prima para papel. Sin destintar, la reutilización del papel se limita a filtro para techos, cartón y productos similares. En 1988, el 33 % de los periódicos publicados en Estados Unidos se reciclaban. El reciclaje de otros productos de papel para los cuales existe un mercado continuo, como el cartón corrugado, ha tenido más éxito (45 % del

cartón en EEUU 1988 era reciclado).

c) Reciclaje de vidrio

Puesto que el vidrio triturado reciclado (o vidrio de desecho) funde a una temperatura menor que las materias primas que se utilizan para producirlo, el uso de más vidrio de desecho en la manufactura de vidrio permite ahorros de energía para el fabricante (por cada 10 % de aumento en la proporción de vidrio de desecho se consigue una reducción del 2 % en el consumo de energía. En consecuencia, los fabricantes de vidrio pueden permitirse pagar un poco mas por el vidrio de desecho que por las materias primas (arena, carbonato de sodio y piedra caliza).

En Estados Unidos los recipientes de vidrio nuevos incluyen alrededor del 30 % de vidrio de segunda mano, el cual se puede reciclar Indefinidamente. La tasa promedio de reciclaje del vidrio en Europa en 1991 era de 46 %, la cual deberá aumentar si tiene éxito los esfuerzos encaminados a estandarizar los recipientes de vidrio (para fomentar el uso de botellas retornables) y alentar la producción de más mercancías en vidrio colorido (para aumentar la demanda de vidrio colorido de desecho).

d) Reciclaje de plásticos.

La producción de plástico ha aumentado notablemente en los últimos 20 años, debido sobre todo a su mayor uso en envases y como material para recipientes. No obstante, en Estados Unidos sólo el 2 % de la producción virgen se recicla, mucho menos del promedio general de 17 % para los residuos sólidos municipales (EPA 1985). Las razones de la baja proporción de reciclaje de plásticos son:

- El plástico de desecho tiene poco valor porque el material virgen es relativamente

económica

- No existía una infraestructura de alcance nacional para su recolección y procesamiento
- La baja densidad del plástico origina altos costos de transporte y manejo.

Una excepción es el fuerte mercado de plásticos de TP (tereftalato de polietileno) reciclados, el cual recuperó en 1990 el 30 % de las botellas de 2 litros de bebidas gaseosas en Estados Unidos. Aunque los plásticos representan sólo alrededor del 10 % en peso de los RSM recolectados, constituyen más o menos el 25 % en términos de volumen y se espera que su uso aumente. A medida que se disponga de menos espacio para rellenos y los costos de eliminación aumenten, la presión para mejorar el reciclaje de plásticos se incrementará en el futuro.

e) Reciclado de metales ferrosos.

Los envases de jata, que constituyen la categoría principal de metal ferroso reciclado, se deben separar de los materiales no ferrosos, compactar y desestañar antes de reutilizarse. Los altos costos del transporte de las latas a una desestañadora, combinados con un mercado inestable de acero de desecho, suelen hacer antieconómico el reciclaje de envases de lata. No obstante, otros productos de metales ferrosos que se desechan comúnmente se reciclan después de separar los productos peligrosos y los útiles.

f) Residuos de jardín.

Se pueden triturar y reutilizar como enmienda del suelo, abonos u otros usos agrícolas. El compostaje ha tenido una historia muy variable de éxitos, pero hoy día los problemas con los malos olores, los metales pesados y de agentes patógenos, se pueden resolver con tecnologías. Lo importante es que los residuos de jardín no deben ir a vertedero (Kiely 1999).

j) Fracciones de alimentos orgánicos.

Las cuatro opciones para este tipo de residuos son las siguientes:

- Compostaje
- Digestión anaerobia
- Reutilizado para alimentar animales
- Incineración.

5.6.3. Tratamiento Biológico de los RSU

Para este tratamiento existen al menos tres opciones:

- Aerobio o compostaje
- Anaerobio o biogás.
- Combinación de aerobio y anaerobio.

5.6.3.1. Principios de Composteo

Composteo se denomina a la degradación microbiana de sólidos orgánicos por medio de una respiración aerobia que pasa por una fase termofílica (EPA 1985).

Los objetivos del composteo son los siguientes:

- Reducción de masa y volumen
- Higiene pública
- Utilización de recursos desperdiciados.

1. Proceso de Composteo

Empieza con una colección heterogénea de material orgánico que contiene hongos y bacterias, estos organismos se desarrollan y empiezan el proceso de descomposición en condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación.

Esta actividad producirá un aumento de la temperatura a consecuencia de oxidaciones biológicas exotérmicas y como la materia orgánica es muy mala conductora de calor actúa como aislante, de esta forma el calor producido se quedará dentro de la pila.

a) Tamaño de Partícula

Es importante el tamaño de partículas del material de partida. Aunque no es necesario, normalmente la materia orgánica de las basuras se suele moler. Es preciso vigilar el grado de trituración, puesto que un tamaño pequeño de las partículas supone mayor superficie de ataque, y por lo tanto fermentaciones más rápidas y homogéneas. Sin embargo, si el tamaño es excesivamente pequeño pueden originarse problemas de compactación excesiva que impiden la necesaria aireación.

b) Aireación

La aireación es necesaria para garantizar el proceso aerobio, tanto para suministrar oxígeno como para que pueda desprenderse el dióxido de carbono producido. La aireación deficiente retrasa la fermentación aerobia, origina procesos de fermentación anaerobia, con sensibles pérdidas de nitrógeno y carbono, malos olores y temperatura baja, efectos que sirven de indicadores de la necesidad de aireación.

c) Humedad

La humedad óptima es del 50 % que al final del proceso ha de bajar hasta 30 o 40 %. La humedad es necesaria para la vida de los microorganismos. Un defecto de humedad provocará una sensible disminución de la actividad microbiana, por lo que se paralizará la fermentación y

bajará la temperatura. Un exceso de humedad también tiene consecuencias negativas pues dificulta la circulación del oxígeno y puede provocar fermentaciones anaerobias.

d) Temperatura

Dada su facilidad de medición y su relación con el proceso de fermentación, la temperatura es el parámetro que más se usa para vigilar la fermentación. Durante los primeros días debe elevarse rápidamente hasta los 60 o 70°C, comenzando posteriormente a estabilizarse y bajar lentamente hasta 40 o 50°C. Cuando no se eleva hasta esos niveles, indica que la fermentación no marcha bien. Si las temperaturas bajas son acompañadas de malos olores, es señal de fermentaciones anaerobias. Las temperaturas altas (mayores de 65°C) prolongadas, no son convenientes, pues pueden ocasionar una especie de suicidio bacteriano que frena la fermentación y también pérdidas de nitrógeno.

e) Potencial hidrógeno (pH)

La acidez o pH es un factor menos importante de vigilar. Suele ser ligeramente ácido al inicio (cerca de 6), neutro hacia la mitad del proceso y algo alcalino (7 a 8) al final. Valores más altos (alcalinos) pueden provocar pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco.

f) Microbiológico

En el proceso de fermentación unos organismos van sustituyendo a otros. La riqueza en microorganismos favorables para las tierras y, a la par, la ausencia de los patógenos, determina la calidad biológica del abono final. Si en la fermentación se ha producido las temperaturas deseadas, la masa se habrá pasteurizado y se habrán eliminado los microorganismos patógenos para las personas, animales y plantas. Una temperatura homogénea y no excesivamente continua de 60°C es suficiente para eliminar los gérmenes patógenos, como indica INYPSA (Olvera 1999).

5.6.3.2. Digestión anaerobia

Está claro que la producción de energía de los RSU se puede optimizar incluyendo la digestión

anaerobia en los sistemas integrados de separación de residuos y de recuperación de materiales (Hernández y González 1997).

La digestión anaerobia de RSU no separados no es buena a causa de la presencia de plásticos, vidrio, metales, etc. La fracción alimenticia separada en origen de RSU es aproximadamente en un 35 % en peso.

El producto final beneficiado es el metano. Otros productos son lodos, dióxido de carbono y trazas de amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Los lodos se pueden deshidratar para producir un sobrenadante y una torta filtrada, esta torta puede funcionar como fertilizante y tiene algunos efectos condicionantes del suelo.

El proceso de digestión anaerobia se puede definir en tres fases:

- 1. Hidrólisis.-** es decir la descomposición de los compuestos de alto peso molecular en compuestos de bajo peso molecular como los lípidos en ácidos grasos, polisacáridos en monosacáridos, proteínas en aminoácidos, etc.
- 2. Acidogénesis.-** donde los componentes de menor peso molecular de los ácidos grasos, aminoácidos y monosacáridos se convierten en compuestos moleculares intermedios de pesos más bajos como el propionato, butirato, formato, metanol y acetato.
- 3. Metanogénesis.-** donde los compuestos intermedios se convierten en productos finales de metano y dióxido de carbono.

En estas fases están activados un grupo diferentes de bacterias y se denominan bacterias hidrilizantes, no metanogénicas y metanogénicas respectivamente

5.6.3.3. Métodos anaerobios y Aerobios de dos Fases

Un campo de investigación actual es el proceso de dos fases que utiliza la digestión anaerobia con sólidos altos seguido de compostaje cerrado. Las ventajas incluyen:

1. no se necesita agua de fuentes externas para producir estiércol líquido para alimentación del digester anaerobio.
2. no se producen Vertidos de agua.
3. se genera un producto de humus estabilizado.
4. se produce un combustible derivado del residuo.

5.6.4. Tratamiento Térmico. Combustión/Incineración

La degradación térmica del material orgánico se puede llevar a cabo con o sin oxígeno. Si tiene lugar con un déficit de oxígeno (combustión parcial), parte de la energía almacenada en forma de energía química del material orgánico, quedará liberada como gases de combustión. Este proceso se denomina gasificación. Si la gasificación es destilación seca (calentamiento sin entrada de aire, oxígeno o vapor), el proceso se denomina pirolisis.

La gasificación tiene la ventaja de que la purificación de los gases resulta más económica que la de los gases de combustión de la pirolisis, debido a la gran cantidad de gases de escape generados en la combustión. Más aún, a menudo los gases se pueden utilizar directamente en motores de gas. La gasificación de biomasa aún está a nivel de investigación. Los problemas operativos vienen causados por un alto contenido de agua o por la baja densidad de la biomasa.

Las plantas de incineración de residuos sólidos se basan en tecnologías especialmente desarrolladas para la incineración de residuos. En la mayoría de los casos, la incineración resulta más económica que la transformación de residuos en pastillas. La implantación del

incinerador varía según la compañía. Algunas usan solo parrillas móviles combinadas con hornos rotativos. El diseño se diferencia en los tipos de sistemas de alimentación, parrillas, hornos, sistema de eliminación de escorias y calderas. A excepción de algunos incineradores experimentales que utilizan lechos fluidizados y combustión en masa, generalmente se utilizan los mismos principios de diseño e implantación para las plantas de combustión de RSU y de carbón.

1. Residuos como combustibles para la incineración.

A veces se comparan los residuos con el carbón y la madera como fuente combustible. Sin embargo, a causa de la heterogeneidad de los residuos, es casi imposible recoger muestras representativas para un ensayo calorimétrico. Además, la composición de los residuos varía durante el año e incluso durante la semana. La caracterización de los residuos como combustible se puede realizar a través del tratamiento de una muestra de RSU en una planta existente de incineración. La cantidad de ceniza es inerte en el proceso de combustión. La cantidad de agua influye un poco en la pérdida de energía ya que esta se puede perder al ocuparse en la evaporación de dichos líquidos.

5.6.5. Vertido de RSU

El método más tradicional de eliminación de residuos sólidos siempre fue el vertido. Durante las dos últimas décadas se ha modificado la práctica desde el simple “volcado de los residuos” al uso de vertederos controlados. Las prácticas modernas de vertido incluyen programas de seguimiento de los residuos entrantes, para gases, para lixiviado, etc., con el fin de controlar la contaminación del entorno circundante, especialmente las aguas subterráneas, las superficiales y de la atmósfera.

Un vertedero de residuos sólidos es un depósito de los residuos sólidos. En algunos países los vertederos no aceptan residuos peligrosos pero si aceptan lodos industriales que pasen la

prueba de lixiviado. El lixiviado es el líquido acuoso que se filtra en un vertedero, se produce por las infiltraciones de lluvia y de las fracciones húmedas de los residuos sólidos. Puesto que permanece durante mucho tiempo en el vertedero, en un ambiente principalmente anaerobio, se combina con metales orgánicos y pesados y como tal resulta altamente tóxico.

El gas de vertedero se produce debido a la degradación anaerobia de los residuos orgánicos biodegradables. El gas que se origina contiene normalmente 60 % de metano y 40 % de dióxido de carbono. El gas de vertedero debido a su alto contenido en metano es un explosivo potencial y, por lo tanto, necesita estar sometido a un control (Kiely 1999).

En líneas generales los procesos y operaciones de un vertedero son las siguientes:

1. Diseño de un vertedero

- Planificación de la cimentación.
- Diseño del revestimiento.
- Recogida del lixiviado y del gas.
- Diseño del drenaje.
- Diseño de la cobertura.
- Recogida de residuos líquidos, etc.
- Diseño de la clausura.

2. Operaciones de un vertedero

- Inventario de los residuos, cargas, tipos, etc.

- Disposición de las celdas.
- Celdas para residuos peligrosos.
- Celdas para residuos no peligrosos.

3. Reacciones bioquímicas en un vertedero.

- Ritmo de descomposición biológica.
- Biodegradable lentamente.
- Biodegradable rápidamente.
- No biodegradable.

4. Gestión del lixiviado.

- Recogida.
- Tratamiento.
- Control.
- Reutilización.

5. Gestión del gas de vertedero.

- Control.
- Recogida.
- Combustión de seguridad o para utilización.

- Cantidad y calidad.

6. Control ambiental.

- Control de la calidad del aire y de los malos olores.
- CH₄, H₂S, COV, etc.

5.6.5.1. Tipos de Vertederos

En cuanto concierne a la Ingeniería de los vertederos, sonde dos tipos:

1. Vertederos de atenuación y dispersión

Los mecanismos de atenuación eran los de dilución y dispersión a través de poros y microfisuras hacia la zona saturada subyacente. No era posible controlar o rastrear los contaminantes del lixiviado, y en algunas zonas del transporte del lixiviado era demasiado rápido, lo que provoca que el lixiviado muy poco diluido llegara a las aguas superficiales y subterráneas.

2. Vertederos de contención.

Aquí los residuos, su lixiviado y el gas se aíslan del ambiente. La contención se logra tanto por revestimiento con fondo de ardua o sintético o bien por una combinación de ambos. Se dispone de instalaciones para la recogida de gas y su eliminación, y, además, existe un control periódico.

5.6.5.2. Gas de Vertedero

El gas de vertedero es el resultado de reacciones bioquímicas en el vertedero. Los parámetros de relevancia para la producción de gas, en términos de calidad y cantidad son:

- Alimentación de materia orgánica. N

- Infiltración de la lluvia.
- Ambiente anaerobio dentro del vertedero.
- Antigüedad del vertedero.

Cuadro 7. Composición típica del gas de vertedero

COMPONENTE	VALOR TÍPICO % en volumen	MÁXIMO OBSERVADO
Metano	63,800	77,100
CO ₂	33,600	89,300
Oxígeno	0,160	20,930
Nitrógeno	2,400	80,300
Hidrogeno	0,050	21,100
Monóxido de carbono	0,001	
Hidrocarburos saturados	0,005	0,074
Hidrocarburos no saturados	0,009	0,048
Compuestos halógenos	0,00002	0,032
Hidrógeno de azufre	0,00002	0,0014
Compuestos de órgano de azufre	0,00001	0,028
Alcoholes		0,127
Componentes		
Temperatura	38-50	
Gravedad específica	1,02-1,06	
Contenido de humedad	Saturado	
PCS (H _{AWF}), KJ/l	15-38 ⁺	

Adaptado por Gerard Kiely de Mortensen (1995)

5.6.5.3. Lixiviado en los Vertederos

El lixiviado es el agua contaminada de los vertederos, que llega a estos a través de la precipitación exterior. El lixiviado de los vertederos jóvenes es mucho más contaminante que el de los vertederos más antiguos. Con el tiempo el pH pasa de ligeramente ácido a neutro, y la relación de DBO/ DQO disminuyen, la relación SO₄ / CI también disminuye (Kiely 1999).

El lixiviado se trata insitu de forma convencional en una planta depuradora adyacente, o bien se transporta hasta una planta de ese tipo.

Cuadro 8. Composición química típica del lixiviado

PARÁMETRO DEL LIXIVIADO	UNIDADES	LIXIVIADO SITIOS JOVENES		LIXIVIADO GENERAL		LIXIVIADO SITIOS ANTIGUOS	
		DEBIL	FUERTE	DÉBIL	FUERTE	DÉBIL	FUERTE
Conductividad	ms/m	500,0	3000			250	1500
STS	mg/l			500,0	2500		
SVS	mg/l	3000	8000			1000	2000
COT	mg/l	3000	15000			150	750
DQO	mg O ₂ /l	5000	30000			1000	5000
DBO ₅	mg O ₂ /l	4000	20000			200	1000
Cl	mg/l			1000	3000		
SO ₄	mg S/l	50	400			10	30
N total	mg N/l			500,0	1500		
N amoniacal	mg N/l			200,0	1200		
P total	mg P/l			5,0	100	5	10
Na	mg/l			500,0	2000		
Ca	mg/l	5000	1500			80	200
Fe	mg/l	2000	1000			20	100
Cd	mg/l			10,0	100		
Cr	mg/l			20,0	1000		
Cu	mg/l			10	1000		
Ni	mg/l			50,0	2000		
Pb	mg/l			20,0	1000		
Zn	mg/l			0,1	10		
Fenol	mg/l			0,5	5		
Aceite/grasa	mg/l			2,0	20		

Adaptado por Gerard Kiely de Mortensen (1999)

5.7. Legislación de los RSU

El control de los residuos sólidos debe comenzar desde la manufactura y la mercadotecnia mucho antes que los productos lleguen al consumidor (PETROPRODUCCION 2001). Esto requiere una legislación eficaz y la cooperación de la industria. El diseño del producto, su empaque y los hábitos de consumo del consumidor, son áreas donde son posibles mejoras significativas en la reducción de los residuos si se cuenta con la voluntad política y corporativa para apoyar estas medidas. La estandarización de las botellas de cerveza y de vino, y la prohibición de recipientes de bebidas desechables son ejemplos del tipo de legislación que se puede aplicar para conservar los recursos y liberar al municipio de la carga que significa

ocuparse de estos artículos desechados.

Dentro del código municipal de higiene y abasto del Municipio de Loja, constan algunos artículos referentes al manejo de los residuos sólidos, dichos artículos serán citados a continuación:

Artículo 31. Manejo y tratamiento de desechos sólidos.- las industrias, empresas e instalaciones deben ser mantenidas libres de desechos sólidos. Ningún tipo de desechos, material del suelo o vegetal será depositado en cuerpos de agua o drenajes naturales. Las empresas y afines presentaran en el plan de manejo ambiental el sistema de clasificación, tratamiento, reciclaje y/o rehúso de los desechos sólidos así como las tecnologías para la disposición final, inclusive los acuerdos con municipios, empresas especializadas y otras operadoras de basureros o rellenos sanitarios, cuando fuera el caso.

a) Desechos inorgánicos.- los desechos no biodegradables provenientes de la actividad deben ser clasificados y evacuados de las áreas de operaciones para su tratamiento, reciclaje y/o disposición, o enterrados en fosas debidamente impermeabilizadas, como se describe específicamente en el plan de manejo ambiental.

b) Desechos orgánicos.- los desechos biodegradables serán procesados mediante tecnologías ambientalmente aceptadas de acuerdo con lo aprobado en el Plan de manejo ambiental respectivo.

c) Rellenos sanitarios.- los lixiviados provenientes de rellenos sanitarios deberán ser controlados a través de sistemas adecuados de canales que permitan su tratamiento previo a la descarga, para lo cual cumplirán con los parámetros establecidos.

d) Incineración.- para la incineración de desechos sólidos se presentarán en el plan de manejo

ambiental la lista y las características principales de los desechos, los métodos y características técnicas del incinerador y del proceso, así como el tratamiento y disposición final de los residuos. Las emisiones atmosféricas de dicho proceso se deberán controlar y monitorear a fin de cumplir con los parámetros y valores máximos referenciales.

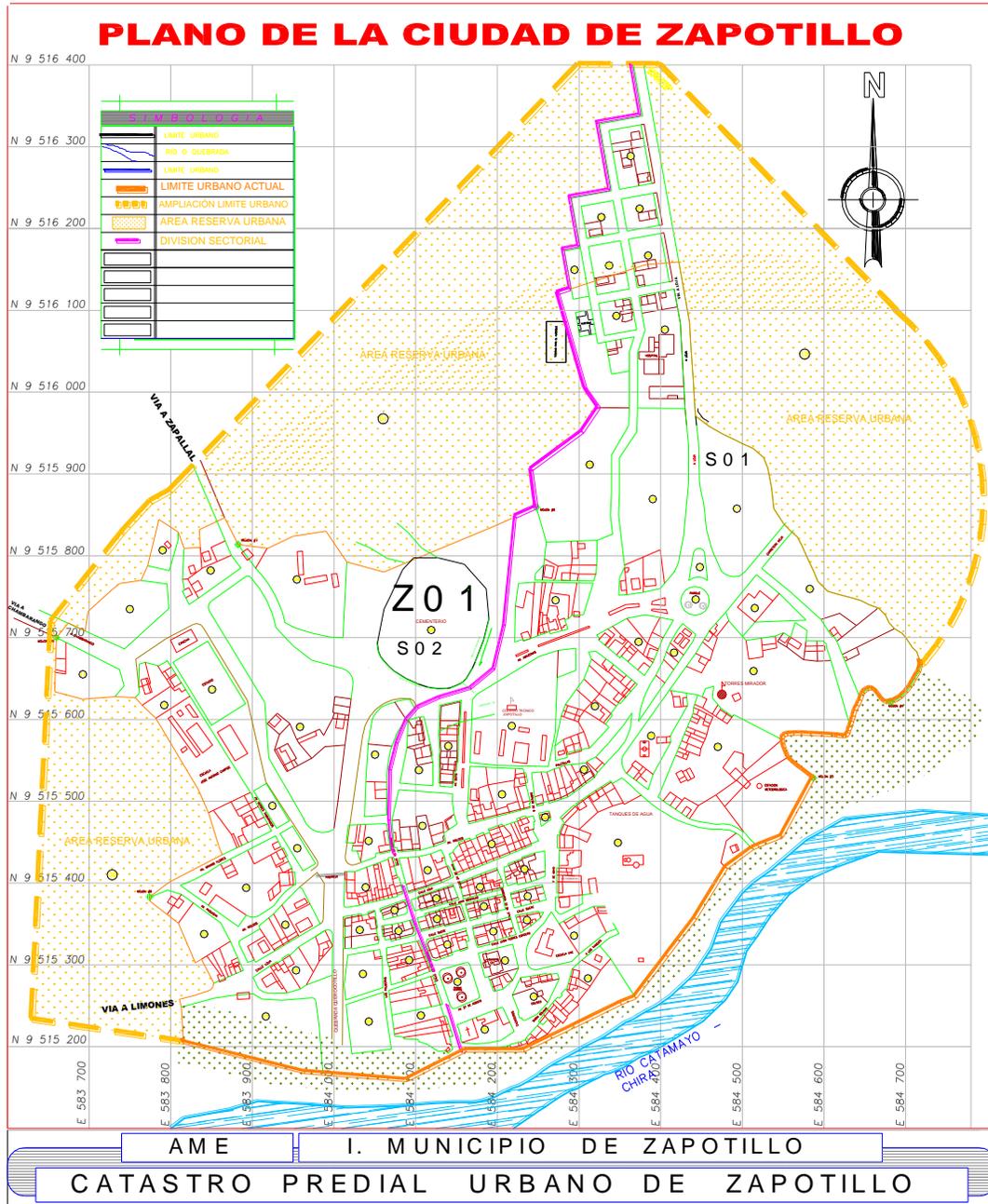


Figura 2. Catastro predial urbano de Zapotillo

6.1.1. Ubicación Geográfica

La parroquia Zapotillo, cantón Zapotillo se encuentra localizada en el sur del Ecuador, en la región sur-occidental de la provincia de Loja.

Sus límites son: Al norte con la República del Perú, al este con los cantones Célida, Pindal, Puyango y Macara, al sur con la República del Perú, al oeste con la República del Perú.

6.1.2. Ubicación política

El Cantón Zapotillo se encuentra dividido en seis parroquias, cinco parroquias rurales y una parroquia urbana: Zapotillo, Garzareal, Paletillas, Mangahurco, Bolaspamba, Limones.

6.1.3. Zona de Vida

La Zona de Zapotillo, cantón Zapotillo, según la clasificación de Holdrige, tiene una zona de vida.

- Monte espinoso tropical (me-T)

6.1.4. Topografía

Corresponde a terrenos poco accidentados, con presencia de colinas ligeramente onduladas.

Las altitudes en el cantón Zapotillo, varían de 800 m.s.n.m en el este y hasta 150 m.s.n.m. en el nor-este, en el límite con el Perú.

Se puede considerar de manera general que la topografía del cantón Zapotillo es regular con pendientes que van del 5% hasta el 15%

6.1.5. Clima y Suelo

La parroquia Zapotillo, por su ubicación presenta dos estaciones bien definidas que son: Invierno (desde el mes de enero hasta abril llegando hasta los 35°C) y Verano (desde el mes de mayo a diciembre llegando hasta 25°C. La temperatura media anual es de 24°C.

La mayoría de suelos no son aptos para actividades agropecuarias debido a que están fuertemente erosionados, con afloramiento de estratos sedimentarios intercalados con rocas areniscas y lutitas; sin embargo, de los estudios realizados se han identificado:

Existen suelos del cantón Zapotillo que se hallan constituidos de lutita meteorizada, así como también de arcillas ricas en abonos orgánicos que se producen por el humus de las lombrices, haciéndolos suelos muy fértiles para cultivos de ciclo corto, pastizales y bosques.

6.1.6. Cobertura vegetal

Según datos proporcionados del proyecto Bosque Seco informan que de las 121154Ha que tiene Zapotillo, 42100Ha corresponden a vegetación natural (Bosque Seco), 27233Ha a bosque seco abierto/chaparro alto, 16481Ha a chaparro espinoso, bajo y abierto; y, chaparro espinoso alto 12319 Ha.

6.1.7. Hidrografía

El territorio de Zapotillo tiene ríos muy importantes como son:

- El río Puyango que nace en la cordillera del Chilla y El Cisne con el nombre de Pindo.
- El río Alamor o San José que atraviesa transversalmente la zona de Zapotillo, naciendo en la cordillera de Celica.

- El río Catamayo riega parte del Cantón, bañando el margen derecho de la parroquia Zapotillo en una longitud aproximada de 45 Km, siguiendo el límite con el Perú; este río cuando pasa a territorio peruano toma el nombre de Chira.
- Una serie de quebradas secas cuyo caudal aumenta en época invernal, entre las cuales las más importantes son: Paletillas, El Melo, Mangahurco, Garzareal, El Faique, Zapallal, Las Lajas, Malvas, Pilares, Chombos, entre otras.

6.1.8. Población

La población del cantón Zapotillo, según el censo del 2001, representa el 2.7 % del total de la Provincia de Loja; ha crecido en el último período intercensal 1990-2001, a un ritmo de crecimiento de 0.6% promedio anual, el 83% de su población reside en el área rural; se caracteriza por ser una población joven ya que el 46.3% son menores a 20 años.

La población del cantón asciende a 10,940 habitantes, la cifra señalada se desglosa de la siguiente forma:

Cuadro 9. Población total del área urbano y rural del cantón Zapotillo y sus parroquias

PARROQUIAS	POBLACIÓN TOTAL	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN
Zapotillo Urbano	1,857	16,97 %
Zapotillo Rural	2,018	18,45 %
Cazaderos	1,742	15,92 %
Garzareal	1,48	13,53 %
Limonos	1,37	12,52 %
Paletillas	2,473	22,61 %
TOTAL	10,940	100 %

6.2. Materiales

6.2.1. Materiales de Campo

- Fundas de polietileno
- Guantes
- Mascarilla
- Palas
- Tarros metálicos de 200 litros
- Bascula
- Libreta
- Cámara fotográfica
- Residuos sólidos de la parroquia

6.2.2. Materiales de Oficina

- Encuestas elaboradas
- Suministros de oficina
- Literatura especializada: textos, revistas, etc.
- Calculadora

6.3. Metodología

6.3.1. Metodología para el primer Objetivo

“Realizar un diagnostico de la capacidad de generación real y características de los residuos sólidos (calidad y cantidad) de la parroquia Zapotillo”.

6.3.1.1. Fase documental

Se refiere a la revisión y consulta de fuentes secundarias de información por medio de la revisión bibliográfica, de aspectos estadísticos, de estudios, diseños, de otros procesos de

diagnóstico y de los archivos de los municipios (departamento de gestión ambiental y/o departamento de obras públicas).

6.3.1.2. Observación directa

Estará dirigida a la población de la parroquia de Zapotillo, para obtener información sobre aspectos de servicios de tratamiento de desechos. En el caso de las familias, para identificar actitudes y prácticas en el manejo de basura.

6.3.1.3. Encuestas y entrevistas previamente estructuradas a informantes claves

Estarán dirigidas a personal del departamento de gestión ambiental, alcalde del cantón, profesores, etc. (tabla uno del apéndice).

6.3.1.4. Encuesta previamente estructurada a familias

Estarán dirigidas a las familias escogidas al azar en los principales barrios de la parroquias que se escogerán, con la finalidad de conocer los principales conocimientos y prácticas familiares con respecto al manejo de desechos sólidos (tabla uno del apéndice).

6.3.1.5. Pasos para la elaboración del diagnóstico

Es indispensable plantear lineamientos importantes para la realización del diagnóstico:

Conformación del equipo: El equipo estará conformado por el actor del diseño, organización y ejecución del diagnóstico, así como el procesamiento de los resultados y formulación de la propuesta de intervención.

6.3.1.6. Fase de campo.

1. Generación per cápita de los residuos sólidos.

Para el cálculo de la generación per capita en la fase de campo se procederá de la siguiente manera:

- a)** Como está definido el universo de trabajo lo constituyeron la parroquia Zapotillo pertenecientes al cantón Zapotillo. Se tomaran muestras de 15 familias por cada Barrio con un promedio por familias de alrededor de 7 personas; para la selección de las casas se tomara como modelo el muestreo al azar, de esta forma se enumerarán las habitaciones para que las muestras sean tomadas diariamente en orden.
- b)** Se realizará necesariamente la visita a los habitantes de las casas seleccionadas para explicarles la razón del muestreo, al mismo tiempo se les entregará una bolsa de polietileno negra para la recolección de los residuos.
- c)** Cuando se inicie el muestreo será necesario visitar las casas seleccionadas, lo más temprano posible para asegurarse de que los residuos del día anterior hayan sido depositados en la funda que se entregará en la primera visita; luego se les entregará una nueva funda en donde depositarán los residuos correspondientes a ese día y de esta forma el muestreo no se vea afectado.
- d)** Luego, a partir del segundo hasta el décimo día del período de muestreo se recogerán las bolsas que contendrán los residuos generados el día anterior y se entregarán nuevas bolsas paulatinamente. Hasta cumplirse el décimo y último día de muestreo solo se recogerá la bolsa con la basura que se generó el día anterior. Los 10 días muestreados servirán para verificar si los datos obtenidos en días ya analizados variarán con respecto de los nuevos datos encontrados.
- e)** Para obtener el valor de la generación per cápita de residuos sólidos en kg/habitante/día correspondiente a la fecha en que serán generados, se dividirá el peso de los residuos para el número de habitantes de la familia. Y por último se calculará el promedio de generación durante el tiempo de muestreo.

$$\mathbf{gpc = Dsp / n}$$

Donde:

gpc = generación per capita

Dspf = cantidad de residuos sólidos producidos por familia (kg/día)

n = número de habitantes por familia.

f) El mismo procedimiento se efectuara para todos los barrios de la parroquia escogidas.

g) La producción de residuos se calculara mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{Dsp = Pob \times gpc}$$

Donde:

Dsp = cantidad de residuos sólidos producidos (kg/día)

Pob = población del área

gpc = generación per cápita (kg/hab/día)

2. Método de cuarteo para el muestreo de RSU.

El objetivo del método de cuarteo será el de contar con residuos de características homogéneas, el procedimiento que se seguirá será el siguiente.

a) Se tomaran los residuos sólidos resultados del estudio de generación.

b) Todo el contenido será colocado sobre una área que tendrá alrededor de 9 m² formando un montón; este montón de residuos sólidos se traspapelara hasta ser homogeneizado, esta pila se dividirá en cuatro partes iguales A, B, C, D y se eliminaran las partes opuestas

A y C o B y D, repitiendo esta operación hasta dejar una porción mínima para selección de subproductos.

- c) De las partes eliminadas del primer cuarteo se tomaran 10 kg para análisis físicos y químicos. Con el resto se determina el peso volumétrico.

3. Determinación del peso volumétrico.

En la primera operación de cuarteo se eliminaran desechos, estos servirían para determinar el peso volumétrico In situ, aquí participaron los presidentes barriales. El procedimiento fue el siguiente:

- a) Debido a la poca generación de residuos sólidos se utilizara recipientes plásticos con capacidad de cuatro galones. Sera necesario verificar que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras.
- b) Es necesario tener claro el peso del recipiente, para lo cual se pesara el recipiente.
- c) Este recipiente se llenara hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo.
- d) Se Obtendrá el peso neto de los residuos sólidos pesando el recipiente con éstos y restaremos el valor de la tara.
- e) El peso volumétrico del residuo lo obtendremos con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Pv = P/V = \text{kg}/\text{m}^3$$

Donde:

Pv = Peso volumétrico del residuo sólidos, en kg/m³

P = Peso bruto de los residuos sólidos menos tara. en kg

V = Volumen del recipiente, en m³

4. Determinación de la composición de los residuos

Esta determinación nos servirá para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa basada en porcentajes por peso. La muestra que utilizaremos será una porción significativa que procederá de las áreas del primer cuarteo que no fueron eliminadas. Los pasos para esta determinación son los siguientes:

a) Se depositaran en bolsas todos los subproductos seleccionados hasta que sean agotados, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- cuero
- lata
- loza y cerámica
- madera
- papel y cartón
- plástico rígido y de película
- residuos alimenticios
- trapo
- vidrio
- residuos inertes

b) Los productos ya separados serán pesados y se registrará el resultado

c) El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calculara así:

$$PS=(G1/G)\times 100$$

Donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado.

G1 = Peso del subproducto considerado, en kg descontando el peso de la bolsa empleada

G = Peso total de la muestra (mínimo kg/día)

6.3.1.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se procederá a la revisión de datos, limpieza de la información, procesamiento en el sistema de computación, concluyendo con el análisis y redacción del informe final.

6.3.2. Metodología para el Segundo Objetivo

“Establecer un sistema de recolección de desechos, acorde a las características geográficas, culturales y económicas de la población y definir el tratamiento óptimo para la disposición final de los residuos sólidos”

Para el logro del segundo objetivo se realizará un diagnóstico geográfico de la zona de intervención, basándose principalmente en los mapas urbanísticos de la parroquia. Se determinaran rutas adecuadas y horarias óptimas de recolección y los medios y mecanismos para ello, estos últimas fundamentadas en la capacidad económica de la Ilustre Municipalidad.

Para el diseño de rutas es preciso conocer muy bien las características propias de la parroquia, para que las rutas del vehículo recolector de basura, no causen problemas de ningún tipo.

Al contar con los planos urbanísticos de la parroquia será necesario diseñar cada ruta en detalle. Para ello se dibujara un plano de la zona de preferencia a una escala 1 : 1 000, y sobre el

se colocará una hoja de papel transparente en el que se marcarán, con línea llena los tramos de la ruta prevista en que se están recogiendo basura (distancias productivas) y con línea de segmentos aquellos en que el vehículo recolector solamente se desplaza de un lugar a otro (distancias muertas). Las calles en las que el recolector no entra y espera estacionado para que el personal vaya a recoger los recipientes con basura y los devuelvan a su sitio de origen, se marcarán con línea llena delgada y suelen denominarse “alcance”. Cambiando las hojas de papel se dibujan varias alternativas.

De todas las alternativas se elige aquella en que la longitud de líneas de segmentos sea mínima. Un buen diseño de ruta, permitirá la optimización de los recursos disponibles y un ahorro económico considerable para la entidad que lo financia.

6.3.3. Metodología para el Tercer Objetivo

“Diseñar un sistema de Relleno Sanitario Manual en concordancia a la capacidad de basura producida y al sistema de recolección”.

Basados en el diagnóstico y caracterización de la basura, resultado obtenido a partir del primer objetivo, se propondrá al Municipio y a la Parroquial, el adecuado sistema de tratamiento y disposición final de la basura, que en este caso es el relleno sanitario manual.

6.3.3.1. Criterios Básicos

- 1. Localización:** La ubicación del terreno mucho depende de la disponibilidad de este, de su topografía, la vida útil del relleno, y del número de establecimientos vecinos.
- 2. 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.

3. **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.

4. **Condiciones Geotécnicas:** Estos quizás sean los factores o las condiciones más importantes para establecer la idoneidad ambiental del lugar para instalar un relleno sanitario manual, entre ellas constan; zona de falla: el relleno no puede localizarse dentro de 60 m a partir de una línea de falla que haya tenido un desplazamiento en el periodo Holocénico. Zona de impacto sísmico: un relleno ubicado en estas zonas tendrá que demostrar que todas las estructuras de control de contaminantes se diseñan para resistir la aceleración horizontal máxima de los materiales litificados en el lugar, y, zonas inestables: incluyen zonas propensas a deslizamientos del terreno, zonas de geología cárstica susceptibles de formación de sumideros y zonas de minas subterráneas, en estas áreas los rellenos deben mostrar que el diseño asegura la estabilidad de los componentes estructurados.

5. **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.

6. **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.
7. **Condiciones climatológicas:** La dirección del **viento** predominante es importante, 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.
8. **Propiedad del terreno:** Un proyecto de relleno sanitario manual debe iniciarse solamente cuando la entidad responsable del relleno (generalmente el municipio), tenga en su poder el documento legal que acredite su propiedad sobre el terreno y autorice (Acuerdo Municipal) a construirlo con sus obras complementarias, estipulando también la utilización futura, ya que los posibles usos pueden facilitar algún desarrollo, como por ejemplo, área recreativa o zona de reforestación.

6.3.3.2. **Criterios para la participación comunitaria**

1. **Opinión Pública :** Desde el inicio del proceso de selección, los habitantes tienen la oportunidad de participar, comentar y objetar las propuestas realizadas. En todos los casos, es esencial asegurar el apoyo de los distintos sectores de la comunidad, durante todas las fases de selección, diseño, construcción, operación, mantenimiento, y uso futuro del relleno sanitario manual.

Se recomienda entonces efectuar una campaña de educación e información a través de las escuelas y colegios, asociaciones, clubes, etc., haciendo uso de los medios de comunicación local.

6.3.3.3. Criterios de diseño

Primero se hará un reconocimiento del terreno, llevando consigo el plano topográfico de planta, con anotaciones, gráfico o tabla, mostrando las cantidades acumuladas de residuos sólidos y tierra para la evaluación de depresiones y alturas del terreno. Se debe tener en mente la utilización futura probable del relleno sanitario manual.

Para un buen diseño es indispensable la visita de campo. De esta manera, se podrán confrontar los planos con el terreno e identificar mejor el área a rellenar y sus alrededores, la vía interna de acceso, drenajes, el método constructivo y el origen de la tierra de cobertura.

6.3.3.4. Aspectos Demográficos

Es de suma importancia estimar la producción en el futuro, para definir las cantidades de desechos sólidos que se deben disponer durante el período de diseño, lo cual conlleva a realizar una proyección de la población, al igual que en cualquier obra de servicio público.

El crecimiento poblacional se podrá estimar por métodos matemáticos, se presenta como guía el crecimiento geométrico, es decir, el de las poblaciones biológicas en expansión, el cual asume una tasa de crecimiento constante. La siguiente expresión nos muestra su cálculo:

$$Pf = Po(I + r)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = número de años a proyectar

6.3.3.5. Producción total

El conocimiento de la producción de desechos sólidos nos permite establecer, entre otros, cuáles deben ser los equipos de recolección más adecuados, la cantidad de personal, las rutas, la frecuencia de recolección, la necesidad de área para la disposición final, los costos y el establecimiento de la tarifa o tasa de aseo.

La producción de desechos sólidos está dada por la relación:

$$\mathbf{DSp = Pob \times ppc}$$

Donde:

DSp = Cantidad de desechos sólidos producidos (kg/día)

Pob = Población área rural (hab.)

ppc = Producción per cápita (kg/hab/día)

1. Proyección de la producción total

La producción anual de desechos sólidos se estimara con base en las proyecciones de la población y la producción per cápita.

Como se vio, la proyección de la población puede estimarse por métodos matemáticos pero, en cuanto al crecimiento de la ppc, conviene anotar que difícilmente se encuentran cifras que nos muestren cómo puede variar anualmente, para tratar de evaluar cambios. No obstante, para obviar este punto y, conociendo que con el desarrollo y el crecimiento urbanístico y comercial de la población los índices de producción aumentan, se recomienda calcular con una tasa de incremento del 1 % anual, la producción per cápita total.

6.3.3.6. Densidad

Para calcular y dimensionar la celda diaria y el volumen del relleno se pueden estimar las siguientes densidades así:

1. Celda diaria: densidad de la basura recién compactada 400-500 kg/m³

2. Volumen del relleno: densidad de la basura estabilizada 500-600 kg/m³

Estas densidades se alcanzan mediante la compactación homogénea y a medida que se estabiliza el relleno, lo cual, como es obvio, incide en la estabilidad y vida útil del sitio.

El aumento de la densidad de los desechos sólidos en el relleno sanitario manual se logra, entre otras cosas por:

- a) El tránsito del vehículo recolector por encima de las celdas ya conformadas,
- b) El apisonado manual, mediante el uso periódico del rodillo y pisones de mano.
- c) La separación y recuperación de materiales tales como: papel, cartón, plástico, vidrio, chatarra y otros, dado que difícilmente se compactan. La práctica del reciclaje trae además del beneficio económico, una menor cantidad de desechos sólidos a enterrar, aumentando por tanto la vida útil del sitio. Cuando la separación se hace en el origen, se puede conseguir además la generación de empleo organizado y digno, con seguridad social. Se hace notar que la actividad del reciclaje funcionaría siempre y cuando exista el mercado para vender estos productos.

6.3.3.7. Volumen de residuos sólidos

El volumen diario y anual de desechos sólidos que se requieren disponer:

$$\mathbf{V_{diario} = DSp/Drsm}$$

$$\mathbf{V_{anual} = V_{diario} \times 365}$$

Donde:

V_{diario} = Volumen de desechos sólidos a disponer en un día (m³/día)

V_{anual} = Volumen de desechos sólidos en un año (m³/año)

DSp = Cantidad de desechos sólidos producidos (kg/día)

Drsm = Densidad de los desechos sólidos recién compactados, (400-500 kg/m³) y estabilizados (500-600 kg/m³).

6.3.3.8. Volumen del relleno necesario

De esta manera, se puede calcular el volumen del relleno sanitario manual para el primer año, afectando el valor anterior por el material de cobertura así:

$$\mathbf{V_{RS} = V_{anual} \times MC}$$

Donde:

V_{RS} = Volumen del relleno sanitario manual (m³/año)

MC = Factor de material de cobertura (1,2 a 1,25)

Para conocer el Volumen total ocupado durante la vida útil se tiene:

$$\mathbf{V_{RSVU} = \text{sumatoria de } V_{RS} \text{ de } n \text{ hasta } i}$$

Donde:

V_{RSVU} = Volumen relleno sanitario manual durante la vida útil (m³)

n = Número de años

i=1

6.3.3.9. Cálculo del área requerida

Con el volumen calculado, se puede estimar el área requerida para la construcción del relleno sanitario manual, solamente si se puede estimar en forma aproximada la profundidad o altura del relleno. Esta solo se conocerá si se tiene una idea de la topografía de los alrededores.

El relleno sanitario manual debe proyectarse para un mínimo de cinco años, aunque preferiblemente debe ser suficiente para 10 años. Sin embargo, algunas veces es necesario proyectarlo incluso para menos de cinco años, ante la dificultad de encontrar terrenos disponibles. Este tiempo se llama vida útil o período de diseño.

El área requerida para la construcción de un relleno sanitario manual depende principalmente de factores como:

1. Cantidad de desechos sólidos a disponer.
2. Cantidad de material de cobertura.
3. Densidad de compactación de los desechos sólidos.
4. Profundidad o altura del relleno sanitario manual.
5. Capacidad volumétrica del terreno.
6. Áreas adicionales para obras complementarias

La ecuación necesaria para el cálculo del área necesaria es:

$$A = V_{RS}/H_{RS}$$

Donde:

V_{RS} = Volumen necesario del relleno sanitario manual (m³/año)

A_{RS} = Área a rellenar sucesivamente (m^2)

H_{RS} = Altura o profundidad media del relleno sanitario manual (m)

Y el área total requerida será:

$$AT = FA_{RS}$$

Donde:

AT = Area total requerida (m^2)

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de aislamiento, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este se considera entre un 20-40 % del área a rellenar.

Método de Zanja o Trinchera

Dado que con frecuencia estas pequeñas poblaciones no cuentan con un tractor de orugas o una retroexcavadora, se recomienda su arriendo o préstamo, para la excavación periódica de las zanjas que deberán tener una vida útil entre 30 y 90 días (una sola zafia para toda la vida útil en el caso de esta investigación para evitar así su empleo constante). La excavación de las zanjas entonces se deberá planificar para todo el año, dependiendo de la disponibilidad del equipo.

Antes de que se complete el período de vida útil de la zanja, se debe disponer del equipo para proceder a la excavación de una nueva zanja, para poder continuar con una disposición sanitaria final de los desechos sólidos y proteger el ambiente. De lo contrario, el servicio sería interrumpido y se podría convertir el lugar en un botadero abierto.

A partir de la vida útil de la zanja, se calcula el volumen de excavación y el tiempo requerido de la maquinaria, así:

6.3.3.10. Volumen de la zanja

$$V_z = (t \times DSr \times MC) / D_{rsm}$$

Donde:

V_z = Volumen de la zanja (m³)

t = tiempo de vida útil (días)

DSr = Cantidad de desechos sólidos recolectados (kg/día)

MC = Factor de material de cobertura de 1,2 a 1,25 (o sea 20 a 25%)

D_{rsm} = Densidad de los desechos sólidos en el relleno (kg/m³)

6.3.3.11. Dimensiones de la zanja

Para efectos de la operación manual, las dimensiones de la zanja estarán limitadas por:

1. La profundidad de la zanja, de dos a tres metros de acuerdo con el nivel freático, tipo de suelo, tipo de equipo y costos de excavación.
2. El ancho de la zanja entre 3 y 6 metros (ancho del equipo) es conveniente para evitar el acarreo de larga distancia de la basura y material de cobertura. Dependiendo del grado de compactación y del clima, puede usarse la superficie de una zanja terminada para la descarga de los desechos.
3. El largo está condicionado al tiempo de duración o vida útil de la zanja, entonces se tiene que:

$$l = V_z / (a \times h_z)$$

Donde:

l = Largo o longitud (m)

V_z = Volumen de la zanja (m³)

a = Ancho (m)

h_z = Profundidad (m)

6.3.3.12. Vida útil del terreno

En lo que respecta al método de zanja, una vez calculado el volumen de la misma, suponemos un factor para las áreas adicionales (separación entre vías de circulación, aislamiento, etc.) y se estima el número de zanjas que se podrían excavar en el terreno, por lo tanto.

$$n = A_t / (F \times A_z)$$

Donde:

n = Número de zanjas

A_t = Area del terreno (m²)

F = Factor para áreas adicionales de 1,2 a 1,4 (20 a 40 %)

A_z = Área de la zanja (m²)

Entonces la vida útil estará dada por:

$$V_u = t_z \times n / 365$$

Donde:

V_u = Vida útil del terreno (años)

t_z = Tiempo de servicio de la zanja o vida útil de la zanja (días)

Se recomienda que la separación entre zanjas sea como mínimo de un metro, por los empujes que se presentan. Esta separación depende del tipo de suelo y de la forma de la trinchera (cuadrada o trapezoidal), entre otros factores.

7. Cronograma

ACTIVIDAD			
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Elaboración del proyecto			
Aprobación del proyecto			
Reconocimiento y sectorización de la zona estudio			
Recopilación de información secundaria			
Recopilación información primaria			
Recolección de Información de los RSU			
Sistematización de datos			
Revisión y presentación del Borrador de Tesis			
Aprobación de la investigación y graduación			

8. Presupuesto y Financiamiento

- Presupuesto

ORDEN	RUBRO	VALOR
	RECURSOS FÍSICOS:	
1	Servicios Básicos: Teléfono, Internet	\$50,00
2	Equipos. GPS	\$300,00
	Cámara para fotografía y video	\$300,00
	Equipo de campo	\$50,00
3	Materiales:	
3.1	Campo	
	Fundas de polietileno	\$40,00
	Guantes	\$10,00
	Mascarilla	\$5,00
	Tarros metálicos de 200 litros	\$100,00
	Báscula	\$50,00
3.2	Oficina	
	Encuestas	\$20,00
	Suministros de oficina	\$300,00
	Elaboración de mapas	\$200,00
3.3	Costos de construcción	
	Cercado perimetral	\$3.000,00
	Puerta de acceso principal	\$800,00
	Vivienda para guardián	\$5.000,00

		Construcción de bodega y batería	\$6.000,00
		Fosa séptica y campo de infiltración	\$2.000,00
		Construcción de galpón de 20x10m	\$6.000,00
		Construcción de la planta de Reciclaje	\$8.000,00
		Construcción de la planta de lombricultura	\$5.000,00
		Construcción área de relleno manual de Desechos Biopeligrosos	\$8.000,00
		Construcción área Relleno mecanizado de desechos sólidos	\$10.000,00
		Total	\$ 54.425,00

- Financiamiento

El costo total del trabajo investigativo incluido la presentación de la tesis de grado será asumido por la aspirante.

9. Bibliografía

- BUEN ROSTRO. El mundo de la composta: el ABC de la Composta. Madrid, Esp., Ed. 810. p.,1999, 80-92
- CARE. Guía de diagnóstico para proyectos de manejo de desechos sólidos. Programa Fronterizo de Agua, Saneamiento y Salud. Loja, Ec., 2000, p. 2-12
- CARE. Diagnóstico para la implementación del proyecto de desechos sólidos en Cariamanga. Loja, Ec., 2000, p. 2-15.
- EPA. Guías sobre trazado y programación de eliminación de residuos. Estados Unidos. 1985, p. 85-110
- GLYNN, H; GARY H. Ingeniería ambiental. México, Mc Graw Hill. 2 ed. 1999, Pag. 568-580
- HERNÁNDEZ, C.; GONZÁLEZ, 5. Reducción y reciclaje de los residuos sólidos municipales. México DF, Ed. UNAM— PUMA. p. 122-131
- INEC. VI Censo de población y vivienda. Ecuador. 2000, p. 35-38
- KIELY, G. Ingeniería ambiental; fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. España, Mc Graw Hill. 1999, p. 852-889
- MICROSOFT. Residuos sólidos, eliminación. Enciclopedia Microsoft® Encarta. 1997, p. 98-100
- ROBEN, E. Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Manejo integral de desechos sólidos, clasificación y reciclaje. Loja, Ec., 2002, p. 9-105.
- SANS, R; RIBAS, J. Ingeniería ambiental. Contaminación y Tratamientos. Catalunya, Esp. Ed. Bio. 2000, p. 13-14
- SUQUILANDA, M. Agricultura orgánica: Alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ec., Ed ABYA-YALA. 1995, p. 336-341
- OLVERA, A; PINTOR, E. Manual de composta a nivel municipal, IPN y H. Ayuntamiento de

Nicolás Romero. Bogota. Col., Ecl. Fénix. 1999, p. 63-72

- PETROPRODUCCION. Registro Oficial N° 265. 2001, p. 8-10
- www.ded.org.ec
- [www.cepis.op\\$-Oms.OrQ](http://www.cepis.op$-Oms.OrQ)
- acananhcepis.ops-oms.orci

10. Anexos

1. Marco Lógico

DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PARROQUIA ZAPOTILLO, CANTÓN ZAPOTILLO

Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>FIN</p> <p>⇒ Diseñar y establecer un modelo de gestión de Residuos Sólidos en la parroquia Zapotillo, cantón Zapotillo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Al finalizar la investigación los barrios de la Parroquia de Zapotillo, junto con la alcaldía habrán mejorado la disposición final de los residuos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Documento final entregado 	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna
<p><u>PROPÓSITO</u></p> <p>⇒ La caracterización de los residuos sólidos que son generados y depositados en el botadero a cielo abierto en el sector Chambarango de la parroquia Zapotillo, generarían los parámetros necesarios para diseñar y establecer un modelo de gestión de Residuos Sólidos en la parroquia Zapotillo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 20% del total diario de los residuos tendrán como disposición final el relleno sanitario, a partir de la implementación del mismo. Un 40% de residuos serán aportados al vertedero a partir del segundo semestre de funcionamiento 20% del total de los residuos producidos en el día en la parroquia tendrán como destino la degradación biológica. Al cabo de dos trimestres esta producción se elevara al 40%, desde la implementación del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensionamiento del terreno y su vida útil. Registro diario de ingreso de residuos. Comercialización del compost a la ciudadanía 	<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento de porcentaje de migrantes no afecta el hacinamiento de desechos inertes hacia el relleno. Alimentación de ganado caprino y de cobayos no afecta la producción de compost.

<p>COMPONENTES/PRODUCTOS</p> <p>R1</p> <p>Capacitación a personal que maneja el relleno sanitario, y a la comunidad para el manejo de desechos degradables y no biodegradables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuando el proyecto se implemente el 100% de personal estará capacitado. ▪ En el lapso de seis meses el 80% de la población de la parroquia estará en la capacidad de manejar y clasificar los residuos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluación y revisión mensual de las actividades de los técnicos a cargo. ▪ Clasificación realizada por la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromiso permanente de la comunidad y los técnicos en el manejo de desechos.
<p>R2</p> <p>Diagnostico geográfico de las rutas adecuadas y horarias óptimas de la recolección de los residuos sólidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El 100% del personal que labora en las actividades de la recolección de los residuos sólidos conocen las rutas y horarios óptimos de recolección. ▪ 85% de beneficiarios del servicio de recolección de basura declaran satisfacción con las rutas y horarios de recolección. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registros de rutas y horarios óptimos de recolección. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La ciudadanía de la parroquia Zapotillo aceptan los horarios y rutas para la recolección de los residuos sólidos.
<p>R3</p> <p>Implementación del Relleno Sanitario manual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mínimo 3000 personas servidas por el sistema Integral de Residuos Sólidos, al final de la ejecución. ▪ 85% de beneficiarios del servicio de recolección de basura declaran satisfacción con la administración, operación y mantenimiento del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informes de monitoreo del programa de residuos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Decisión de la población en proteger, manejar y mantener un ambiente sano y una ciudad limpia.
<p>ACTIVIDADES:</p> <p>1.1. Talleres dados en los meses Enero a los habitantes de la parroquia Zapotillo sobre la clasificación de los residuos sólidos.</p> <p>1.2. Taller dictados en el mes de febrero a los trabajadores del relleno sanitario sobre el manejo y clasificación de los residuos sólidos.</p>	<p>\$325,00</p> <p>\$325,00</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registros de eventos y participantes ▪ Presencia de tesista en los diferentes talleres. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habitantes y trabajadores de la parroquia participan en forma mancomunada en los talleres.
<p>2.1. Zonificación de rutas y horarios óptimos Recolección.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un sondeo ▪ Informes de monitoreo de las rutas y horarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los habitantes de la parroquia Zapotillo aceptan los horarios y rutas para la recolección

