ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS (GADs) MUNICIPALES DE LA REGIÓN AMAZÓNICA CON POBLACIÓN MENOR A 6000 HABITANTES

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

GABRIELA NATALY MARTÍNEZ MEDINA
gabymartinez030588@hotmail.com

DIRECTOR: PROF. ING. ISAÍAS MARCELO MUÑOZ RODRÍGUEZ M.SC.
marcelo.munoz@epn.edu.ec

QUITO, JUNIO DE 2013

DECLARACIÓN

Yo, Gabriela Martínez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Gabriela Martínez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gabriela Martínez, bajo mi supervisión.

Ingeniero Marcelo Muñoz

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A la vida, a la Naturaleza, porque sin ella el ser humano sería insignificante.

A mi Madre por el sacrificio diario para dotarme de una educación de calidad y que gracias a nuestra vida juntas he podido madurar y ser la persona que soy. Gracias Mamá, por estar conmigo siempre.

A las maravillosas personas con las que compartí mi vida universitaria; por las risas, por las caídas, por toda las experiencias vividas. Les quiero mucho, a todos los que me han tratado de entender o por lo menos lo han intentado, Tendrán un lugar muy especial en mi corazón.

A Ing. Marcelo Muñoz y Eco. Carlos Coronel, por la paciencia, los conocimientos y el apoyo a este proyecto.

A COMAGA, por el soporte técnico que supieron brindar para hacer posible esta investigación.

A Daniel, sobre todo a ti, que has tenido una infinita paciencia conmigo. Gracias por seguir siendo mi amigo.

A ti, saber que tú estás conmigo, aunque no estés a mi lado.

DEDICATORIA

A lo Divino e increíble de la vida.

A todos aquellos seres que viven por y para la Naturaleza.

A mi Madre que me ha dado una lección de vida con su noble ejemplo de constante lucha.

Y sobre todo a mis fieles amigos Lucas, Calle, Pulga, Tigro, Nerón y todos aquellos que estuvieron en mi vida haciéndola más intensa e interesante.

Por un mundo sin maltrato animal y con consciencia social-ambiental.

CONTENIDO

DECLARACIÓN II
CERTIFICACIÓN III
AGRADECIMIENTOS IV
DEDICATORIA V
CONTENIDO VI
ÍNDICE DE TABLAS X
ÍNDICE DE FIGURAS XIV
ÍNDICE DE FOTOS XVI
RESUMEN XVII
ABSTRACT XVIII
PRESENTACIÓN XIX

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN 1

1.1 JUSTIFICATIVO 2
1.2 OBJETIVOS 3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL 3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

CAPÍTULO 2.

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA 4

2.1 RESIDUOS SÓLIDOS 4
2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS 4
2.2 RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs 6
2.3 OPERACIONES UNITARIAS INTERNAS: 11
2.3.1 GENERACIÓN 11
2.3.2 ALMACENAMIENTO Y SEPARACIÓN 12
2.3.3 BARRIDO Y LIMPIEZA DE CALLES 13
2.3.4 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE 14

2.3.5 TRATAMIENTO..... 15
2.3.5.1 REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE 16
2.3.5.2 SISTEMAS BIOLÓGICOS 17
2.3.5.2.1 LOMBRICULTURA 17
2.3.5.2.2 COMPOSTAJE 17
2.4 MODELOS DE GESTIÓN: 19
2.4.1 MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS MEZCLADOS..... 20
2.4.2 MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEPARADOS EN EL ORIGEN 20

CAPÍTULO 3.

NVESTIGACIÓN DE CAMPO 22

3.1 SISTEMAS DE LA RECOLECCIÓN 23
3.2 SISTEMAS DEL BARRIDO..... 28
3.3 SISTEMAS DEL DESTINO FINAL..... 30
3.4: SISTEMAS ADMINISTRATIVOS 45
3.5: SISTEMAS FINANCIEROS 48

CAPÍTULO 4.

EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL..... 54

4.1: EVALUACIÓN TÉCNICA..... 54
4.1.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS..... 55
4.1.2 SEPARACIÓN DE RESIDUOS 55
4.1.3 BARRIDO..... 55
4.1.4 RECOLECCIÓN..... 56
4.1.5 DISPOSICIÓN FINAL..... 56
4.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL 57
4.2.1 EFECTOS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS . 57
4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA..... 68
4.4 MODELO INTEGRAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS..... 75

4.5 MANUAL DE DISEÑO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LOS GADs 79
4.5.1 ALIMENTACIÓN ANIMAL 79
4.5.2 LOMBRICULTURA 80
4.5.3 COMPOSTAJE AEROBIO 81
4.5.3.1 DISEÑO DE LA PILA Y LA ESTACIÓN DE COMPOSTAJE 85
4.6 MANUAL DE DISEÑO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS EN LOS GADs 96
4.6.1 RECICLAJE 96
4.6.2 SITIO DE ACOPIO 97
4.6.3 RELLENO SANITARIO MANUAL 98

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 124

5.1: CONCLUSIONES 124
5.2: RECOMENDACIONES 125

ANEXOS 127

ANEXO 1

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS GADs ESTUDIADOS 128

ANEXO 2

MODELO DE ENCUESTA REALIZADA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs 129

ANEXO 3

MARCO LEGAL NORMATIVO ECUATORIANO SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS 136

ANEXO 4

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS 143

ANEXO 5
MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS 144
ANEXO 6
CONTINUACIÓN MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS 145
ANEXO 7
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS 146
ANEXO 8
MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS 147
ANEXO 9
CONTINUACIÓN MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS 148
ANEXO 10
DIMENSIONAMIENTO DE LA CHIMENEA PARA EVACUACIÓN DE BIOGAS 149
ANEXO 11
DIMENSIONAMIENTO DE LA BASE DE LA CUBIERTA PARA LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL GAD DE SANTA CLARA..... 150
ANEXO 12
DIMENSIONAMIENTO DE LA CUBIERTA PARA LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL GAD DE SANTA CLARA..... 151

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 152

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.2-1
POBLACIONES URBANASY RURALES DEL LOS GADs SELECCIONADOS EN CONJUNTO CON SU RESPECTIVA PRODUCCIÓN PER-CÁPITA Y SUPERFICIE 8
TABLA 2.2-2
PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS 9
TABLA2.2-3
COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PORCENTAJE 10
TABLA 3.1-1
SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs 23
TABLA3.1-2
OPERATIVIDAD EN LA RECOLECCIÓN Y EL TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs 25
TABLA 3.1-3
DISTANCIAS Y TIEMPOS DE TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN 26
TABLA3.2-1
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE BARRIDO MANUAL 28
TABLA 3.2-2
SISTEMAS DE BARRIDO Y LIMPIEZA EN LOS GADs 29
TABLA 3.3-1
UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL 30
TABLA 3.3-2
ÁREA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL 32
TABLA 3.3-3
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL 32
TABLA 3.3-4
TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL EN CADA GAD 36
TABLA 3.3-5
MAQUINARIA EXISTENTE EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE CADA GAD 39

TABLA 3.3-6
RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ES SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL 41
TABLA 3.3-7
CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS RECUPERADOS 42
TABLA 3.3-8
CANTIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS, RECUPERADOS, ENTERRADOS Y CANTIDAD DE LIXIVIADOS PRODUCIDOS Y TRATADOS .. 44
TABLA 3.4-1
SISTEMAS ADMINISTRATIVOS EN LOS GADs 45
TABLA 3.4-2
LEGISLACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CADA GAD 46
TABLA 3.5-1
SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE LA GRS EN LOS GADs 49
TABLA 3.5-2
COSTOS OPERATIVOS DE LA GRS EN LOS GADs ($/año) 51
TABLA 3.5-3
CONTINUACIÓNCOSTOS OPERATIVOS DE LA GRS EN LOS GADs ($/año) . 51
TABLA 3.5-4
AMORTIZACIONES POR PARÁMETROS EN LAS INVERSIONES 52
TABLA 3.5-5
INVERSIONES EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE CADA GAD ($/año) 52
TABLA 3.5-6
COSTOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR CADA GAD ($/año) 53
TABLA 4.4-1
RESUMEN DE LAS OPERACIONES UNITARIAS 54
TABLA 4.2-1
VALOR CUALITATIVO DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES..... 60
TABLA 4.2-2
VALOR CUALITATIVO DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES..... 61

TABLA 4.2-3
INTERACCIONES AMBIENTALES EN CADA UNO DE LOS RELLENOS SANITARIOS..... 62
TABLA 4.2-4
INTERACCIONES AMBIENTALES EN CADA UNO DE LOS RELLENOS SANITARIOS..... 63
TABLA 4.2-5
VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN CADA RELLENO SANITARIO 64
TABLA 4.2-6
VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN CADA GAD..... 66
TABLA 4.3-1
RESUMEN DE COSTOS DE INGRESO Y SALIDA DE CADA GAD ($/año) 68
TABLA 4.3-2
PARÁMETROS ECONÓMICOS A EVALUAR 70
TABLA 4.3-3
NÚMERO DE PERSONAL RECOMENDADO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS..... 74
TABLA 4.5-1
CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN CADA GAD VS EL VOLUMEN..... 87
TABLA 4.6-1
CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD SUCUMBÍOS. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS 101
TABLA 4.6-2
CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD PAQUISHA. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS 102
TABLA 4.6-3
CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD C.J.A. TOLA. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS 103

TABLA 4.6-4
CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD LOGROÑO. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS 104
TABLA 4.6-5
CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD SANTA CLARA. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS 106
TABLA 4.6-6
COMPARACIONES ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS) 107
TABLA 4.6-7
COMPARACIONES EN EL DIMENSIONAMIENTO ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS) 108
TABLA 4.6-8
CONTINUACIÓN DE LAS COMPARACIONES EN EL DIMENSIONAMIENTO ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS) 109
TABLA 4.6-9
CONTINUACIÓN DE LAS COMPARACIONES EN EL DIMENSIONAMIENTO ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS) 110
TABLA 4.6-10
DIMENSIONES PARA LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS 114
TABLA 4.6-11
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS Y VOLUMEN OCUPADO POR AÑO 118

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.2-1
PRODUCCIÓN ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS 9
FIGURA 2.2-2
COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PORCENTAJE 10
FIGURA 3.1-1
CANTIDAD DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS RECOLECTADOS DE LOS GADs A ESTUDIAR 24
FIGURA 3.3-1
VIDA ÚTIL DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL 38
FIGURA 3.3-2
CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS RECUPERADOS EN LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL 43
FIGURA 3.4-1
REGULACIONES Y NORMAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN DIFERENTES PAÍSES 47
FIGURA 4.2-1
PROBLEMAS AMBIENTALES Y DE SALUD PÚBLICA ASOCIADOS AL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS 58
FIGURA 4.3-1
INGRESOS VS EGRESOS EN LOS GADs ($/año) 69
FIGURA 4.3-2
PARÁMETROS ECONÓMICOS MÁS SOBRESALIENTES EN CADA GAD 71
FIGURA 4.4-1
GRÁFICO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE 75
FIGURA 4.4-2
ELEMENTOS FUNCIONALES 77
FIGURA 4.4-3
INTERRELACIÓN DE ACTORES 78
FIGURA 4.5-1
GRÁFICO SIMPLIFICADO DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE 82

FIGURA 4.5-2
DIMENSIONES DE LA PILA DE COMPOSTAJE AEROBIO 88
FIGURA 4.5-3
DISEÑO DEL ÁREA DE LA ESTACIÓN DE COMPOSTAJE..... 90
FIGURA 4.5-4
DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA ESTACIÓN DE COMPOSTAJE MANUAL 91
FIGURA 4.6-1
DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS VISTA SUPERIOR..... 114
FIGURA 4.6-2
DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS CORTE LONGITUDINAL..... 115
FIGURA 4.6-3
DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS CORTE TRANSVERSAL CON CUBIERTA..... 116
FIGURA 4.6-4
DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA EMPLEADA PARA LA CUBIERTA DE LA CELDA..... 117
FIGURA 4.6-5
DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y/O PELIGROSOS..... 119
FIGURA 4.6-6
CORTE TRANSVERSAL DE LA CELDA DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y/O PELIGROSOS..... 120
FIGURA 4.6-7
DIMENSIONAMIENTO DEL MODELO DE ENCAPSULACIÓN DE PILAS..... 122
FIGURA 4.6-8
PERSPECTIVA DEL DIMENSIONAMIENTO DEL MODELO DE ENCAPSULACIÓN DE PILAS..... 123

INDICE DE FOTOS

FOTO 2.2-1
VISITA TÉCNICA GAD PAQUISHA 8
FOTO 3.3-1
RECUPERACIÓN DE MATERIALES GAD SANTA CLARA 33
FOTO 3.3-2
CENTRO DE ACOPIO Y ESTACIÓN DE RECICLAJE GAD C.J.A. TOLA 33
FOTO 3.3-3
ESTACIÓN DE COMPOSTAJE GAD LOGROÑO 34
FOTO 3.3-4
CELDA HOSPITALARIA GAD SANTA CLARA..... 34
FOTO 3.3-5
PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS GAD PAQUISHA..... 35
FOTO 3.3-6
BOTADERO CONTROLADO GAD SUCUMBÍOS..... 36
FOTO 3.3-7
CELDA EMERGENTE GAD C.J.A TOLA..... 37
FOTO 3.3-8
RELLENO SANITARIO MANUAL GAD SANTA CLARA..... 37
FOTO 4.5-1
ESTACIÓN DE LOMBRICULTURA GAD PAQUISHA 80
FOTO 4.5-2
OPERACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO APARENTE DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS..... 86
FOTO 4.5-3
CUBIERTA Y CANCHA DE CONCRETO PARA LA PLANTA DE COMPOSTAJE DEL GAD SANTA CLARA..... 92
FOTO 4.5-4
DIMENSIONAMIENTO DE UN RECIPIENTE DE 5 LITROS DE CAPACIDAD.... 94

RESUMEN

El siguiente proyecto de Titulación contempla una investigación de carácter bibliográfico y de campo sobre las fases de la gestión de residuos sólidos y sus características en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) Municipales de la Región Amazónica con población menor a 6000 habitantes.

Mediante la recopilación de datos por medio de una encuesta realizada a los GADs y visitas técnicas a los mismos, se establece un Modelo de Gestión Limpia, el cual se fundamenta por la manipulación y disposición de residuos sólidos separados.

Dicho Modelo de Gestión Limpia establece que la disposición de residuos orgánicos puede tener varios fines como es la alimentación animal, la lombricultura y el compostaje.De estas alternativas se diseña un modelo de una planta de compostaje.Mientras que los residuos inorgánicos que no puedan ser reciclados y reutilizados tendrán una disposición final; se diseña un modelo de celda de residuos sólidos para dicha disposición. Los residuos sólidos hospitalarios y/o peligrosos también tendrán su celda respectiva. Así como el diseño del dimensionamiento de la encapsulación de pilas.

Los datos que se tomaron en cuenta para el diseño fueron del GAD de Santa Clara, que es el mejor GAD que realiza la gestión de residuos sólidos entre los que fueron evaluados.

El Modelo de GESTIÓN LIMPIA pretende establecer alternativas viables y ambientales para la gestión de residuos sólidos en los GADs, para evitar el deterioro del medio ambiente y problemas de salud pública.

ABSTRACT

The following degree project provides, through both bibliographical study and field work, an investigation of management stages of solid waste and its characteristics in municipalities with Autonomous Decentralized Governments (GADs) in the Amazon region, with populations of less than 6000.

Throughout the collection of data by means of an inquiry made to the GADs and technical visits to the same GADs, a model of clean management is established, which is based on the handling and disposal of separated solid wastes.

The aforementioned model of clean management establishes that the disposal of organic wastes may have various ends, such as for the nutrition of animals, vermiculture, and composting. From these alternatives a model of a composting plant is established.However, the inorganic solids that cannot be recycled and reutilized will have a final disposal; there is a model for the design of a cell for solid wastes for the said disposal. Solid hospital and or dangerous wastes also will have their respective cell. Similarly, there is dimensioning for the encapsulation of batteries.

The data taken into consideration for the design of the model was that from the GAD of Santa Clara, which realizes the best management of solid wastes among those that were evaluated.

The model of CLEAN MANAGEMENT hopes to establish alternatives both viable and environmental for the management of solid wastes in the GADs, in order to avoid environmental degradation and public health problems.

PRESENTACIÓN

Los malos hábitos de consumo traen consigo una fuerte demanda de productos que conllevan un aumento sostenido de residuos sólidos. Mediante una gestión integral de los mismos, se podrá reducir la cantidad de residuos que llegan a un sitio de disposición final aumentando la vida útil de este. Se debe tomar en cuenta que la participación ciudadana y la educación ambiental son roles extremadamente importantes para que exista una gestión integral de residuos sólidos.

El primer capítulo trata las nociones básicas del proyecto así como sus objetivos y la problemática de los residuos sólidos.

El segundo capítulo contiene la investigación bibliográfica en la cual se detallan las características de los residuos sólidos en cada GAD, las operaciones unitarias que se realizan y los modelos de gestión de residuos existentes.

En el tercer capítulo se presentan los datos obtenidos en la investigación de campo con respecto a cada uno de los sistemas de la gestión de residuos en cada GAD.

El cuarto capítulo contiene la evaluación técnica, económica y ambiental de los datos obtenidos de cada GAD. En este capítulo se incluye el modelo de GESTIÓN LIMPIA propuesto por el autor del proyecto, en donde se incluyen los manuales correspondientes para la gestión de residuos orgánicos y la gestión de residuos inorgánicos.

El Quinto capítulo da a conocer las conclusiones y recomendaciones más relevantes del proyecto, que son de interés para los GADs.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico, la industrialización y los modelos económicos que basan el crecimiento en el aumento sostenido del consumo, han influenciado significativamente en la composición de los residuos sólidos y en la cantidad de estos.

Provocando en el mundo entero problemas ambientales que podrían ser prevenidos con una adecuada gestión de residuos sólidos.

El Proyecto **Evaluación Técnica, Económica, Ambiental de la Gestión de Residuos Sólidos en Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) Municipales de la Región Amazónica con rango poblacional menor a 6000 habitantes, Quito – Ecuador.** Tiene como objetivo proporcionar a las municipalidades amazónicas una herramienta para el manejo integral de residuos sólidos, dando alternativas aplicables a la realidad municipal actual.

Las municipalidades están conformadas por un conglomerado diverso, que genera a diario residuos sólidos, los cuales necesitan ser gestionados.

La estrategia para alcanzar un manejo adecuado de los residuos sólidos implica la participación proactiva del gobierno, la industria, el comercio como de la sociedad en general.

Además de disponer la información necesaria para tener el conocimiento de las alternativas y opciones para la reducción de impactos de los desechos sobre el medio ambiente.

1.1 JUSTIFICATIVO

En la actualidad se están empezando a encontrar y enfatizar medidas para el tratamiento técnico sobre el problema de los residuos, que se generan ahora en tal ritmo y son de tal naturaleza, como resultado de los procesos productivos, que ya no pueden asimilarse por los ciclos naturales.

Es indispensable la realización de estudios, análisis previos para implementar modelos de gestión adecuados a la realidad de cada GAD.

En la **Constitución del Ecuador 2008** vigente, nos indica claramente en el **Art. 415**, *"…Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas…, de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos"*, lo cual por ley nos indica, la necesidad de realizar gestión de residuos sólidos en los GADs.
De acuerdo al rango poblacional establecido con anterioridad se encuentran 10 GADs, de los cuales se toma una muestra del 50% del total para la realización del estudio pertinente.

Mediante la obtención total de la base de datos, con respecto a la gestión de residuos sólidos, se obtendrán los índices que reflejan la realidad de la disposición y manejo de los residuos en los GADs.

La educación ambiental es fundamental, para el desarrollo de cualquier actividad dentro de las Municipalidades pues es necesaria para la eficacia de los modelos para la gestión integral de los residuos sólidos.

La Evaluación técnica económica y ambiental de la gestión de residuos sólidos ayudará a establecer la problemática actual que tiene cada GAD para reducir significativamente los residuos sólidos generados, costos actuales y pasivos ambientales.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar técnica, económica y ambientalmente la situación actual de la GRS en los GADs Municipales de la Región Amazónica con Población menor a 6000 habitantes.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para la realización del manual debemos incluir objetivos específicos con el fin de organizar conceptos y metodologías que faciliten el desarrollo del modelo de gestión de residuos sólidos.

- Diseñar un modelo para la Gestión Integral de Residuos Sólidos para los GADs Municipales de la Región Amazónica con Población Menor a 6000 habitantes que sirva de base para el cumplimiento de normas vigentes ambientales en los GADs y la Constitución de la República.

- Balance Económico de la GRS de cada GADs Municipales de la Región Amazónica con Población Menor a 6000 habitantes

CAPÍTULO 2

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos son todos los objetos que han dejado de desempeñar la función para la cual fueron creados, con lo cual se consideran inservibles debido a que no cumplen el propósito original; por lo cual son desechados. Sin embargo, éstos pueden ser aprovechados si tienen un manejo adecuado.

Todos estos residuos son el resultado de las actividades humanas y animales. Muchos residuos son materia prima para la realización de distintos productos, todo depende de la perspectiva que los individuos tienen acerca de lo que significa residuo.

2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Para tener resultados eficaces en la gestión de residuos sólidos se toman en cuenta la clasificación de los mismos, con lo cual se puede establecer el tipo de tratamiento.

Según su estado físico se clasifican en:

- Sólidos
- Semisólidos
- Líquidos
- Gaseosos

Según su origen se clasifican en:

- Industriales

- Agrícolas, Ganaderos y Forestales
- Domiciliarios, Urbanos o Municipales
- Hospitalarios o de Centros de Atención Médica
- Portuarios
- Mineros
- De Construcción
- Radioactivos

Según sus potenciales efectos derivados en el manejo se clasifican en:

- Peligrosos.- Por sus características o composición química pueden causar un efecto adverso en la salud humana y ambiental.
- Peligrosos no Reactivos.- Aquellos que han recibido un tratamiento para perder su naturaleza peligrosa.
- Inertes.- Estos no tienen transformaciones físicas, químicas o biológicas notorias.
- No Peligrosos.- No pertenecen a las categorías anteriores.

Según su tipo de degradación se clasifican en:

- Orgánicos de Fácil Biodegradación
- Orgánicos de Difícil y/o No Biodegradación

Según su tipo de tratamiento al que serán sometidos se clasifican en:

- Asimilables a Residuos Urbanos.- Residuos generados en cualquier actividad los que poseen características similares a los Urbanos y que por lo tanto se pueden disponer en forma conjunta.
- Pasibles.- Pueden ser sometidos a una valorización.

Este tipo de clasificación es necesaria para saber el espacio disponible para el tratamiento y disposición final de residuos.

(Muñoz, 2008)

2.2 RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs

La problemática asociada al manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) constituye una preocupación creciente tanto para los gobiernos locales como para la población en general.

La gestión inadecuada, ineficiente e insuficiente de los RSU tiene como consecuencia la presencia de botaderos a cielo abierto, que necesitan ser erradicados urgentemente debido a los impactos negativos sobre los recursos naturales, la salud poblacional y calidad de vida de la misma.

(ACUMAR, 2010)

Los residuos sólidos generados en los GADs generalmente son resultado de las actividades que realizan las poblaciones para su subsistencia y para obtener insumos de sectores productivos como el comercio, la industria, el sector agropecuario y servicios.

La propaganda encaminada al consumo excesivo de productos superfluos y prescindibles incrementa la problemática de generación y acumulación de residuos sólidos, lo que se convierte en una complicación aún más difícil por resolver.

(SEDESOL, 1994)

La gestión de residuos sólidos urbanos es en nuestro país de competencia municipal (GADs), lo cual se establece claramente en la constitución de la república del Ecuador del año 2008, Art. 415. Estos gobiernos son los encargados de gestionar los residuos generados en sus jurisdicciones a fin de promover la valorización de los mismos, minimizando la cantidad de residuos dispuestos finalmente y reduciendo los impactos que estos producen en el medio ambiente.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales amazónicos a estudiar son los siguientes, y cuya ubicación se detalla en el Anexo 1:

1. Sucumbíos
2. Santa Clara
3. Carlos Julio Arosemena Tola
4. Paquisha
5. Logroño

Para establecer la cantidad de residuos sólidos que se genera en cada uno de estos GADs, se requieren ciertos datos como Tasa Per Cápita y Población que están relacionados con la siguiente fórmula:

$$C.R.S = T.P.C * P_0$$

Donde:

C.R.S = Cantidad de Residuos Sólidos

T.P.C = Tasa Per Cápita / Producción Per Cápita

P_0 = Población

(Muñoz, 2008)

Para la obtención de los datos correspondientes a cada GAD a estudiar, se envió a los técnicos responsables de la Gestión de Residuos Sólidos una encuesta previa cuyo formato se encuentra en el Anexo 2.

Cuando se obtuvo la información de cada GAD, se realizaron las visitas técnicas correspondientes, para la actualización y recopilación de datos, en cada uno de los mismos.

Con las visitas técnicas se pudieron observar las diferentes realidades en cuanto a la gestión de residuos sólidos, lo cual da una muy buena referencia de la situación actual que sufre el país en cuanto a este tema. La foto 2.2-1 muestra la visita técnica que se realizó al GAD de Paquisha.

FOTO 2.2-1
VISITA TÉCNICA GAD PAQUISHA

TABLA 2.2-1
POBLACIONES URBANAS Y RURALES DE LOS GADs SELECCIONADOS EN CONJUNTO CON SU RESPECTIVA PRODUCCIÓN PER-CÁPITA y SUPERFICIE.

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	POBLACIÓN AÑO 2012				
	TOTAL	URBANA	RURAL	Superficie Total (Km2)	PRODUCCIÓN PER-CAPITA (kg/hab.día)
Sucumbíos	3390	549	2841	1511,27	0,48
Santa Clara	3565	1312	2253	313,42	0,32
C.J.A.Tola	3664	931	2733	501,20	0,33
Paquisha	3854	1452	2402	345,57	0,52
Logroño	5723	1482	4241	1044,0	0,73

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados
Elaboración: Gabriela Martínez

En la tabla 2.2-1 se tiene la producción de residuos sólidos que también se puede establecer por área urbana y área rural, además de datos de producción diaria y anual.

En la tabla 2.2-2 se deriva la composición de residuos sólidos, tanto en orgánicos e inorgánicos.

TABLA 2.2-2

PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

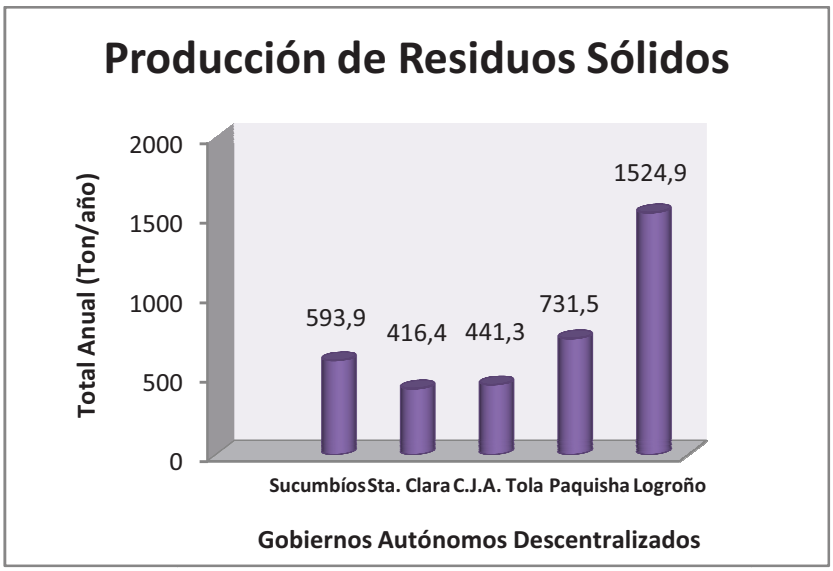
Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	PRODUCCIÓN RESIDUOS SÓLIDOS						
	ÁREA URBANA Ton/día	ÁREA RURAL Ton/día	TOTAL (Ton/día)	TOTAL ANUAL (Ton/año)	TOTAL HOSPITALARIOS GENERADOS (kg/día)	Cantidad de desechos orgánicos Generados (Ton/día)	Cantidad de desechos inorgánicos Generados (Ton/día)
Sucumbíos	0,26	1,36	1,62	593,93	5,0	0.94	0.69
Santa Clara	0,42	0,72	1,14	416,39	4,0	0,42	0,72
C.J.A.Tola	0,31	0,90	1,21	441,33	1,0	0,56	0,65
Paquisha	0,76	1,25	2,01	731,49	2,0	0,90	1,10
Logroño	1,08	3,10	4,18	1524,89	0,5	2,72	1,46

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

FIGURA 2.2-1

PRODUCCIÓN ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS



Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

TABLA 2.2-3

COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PORCENTAJE

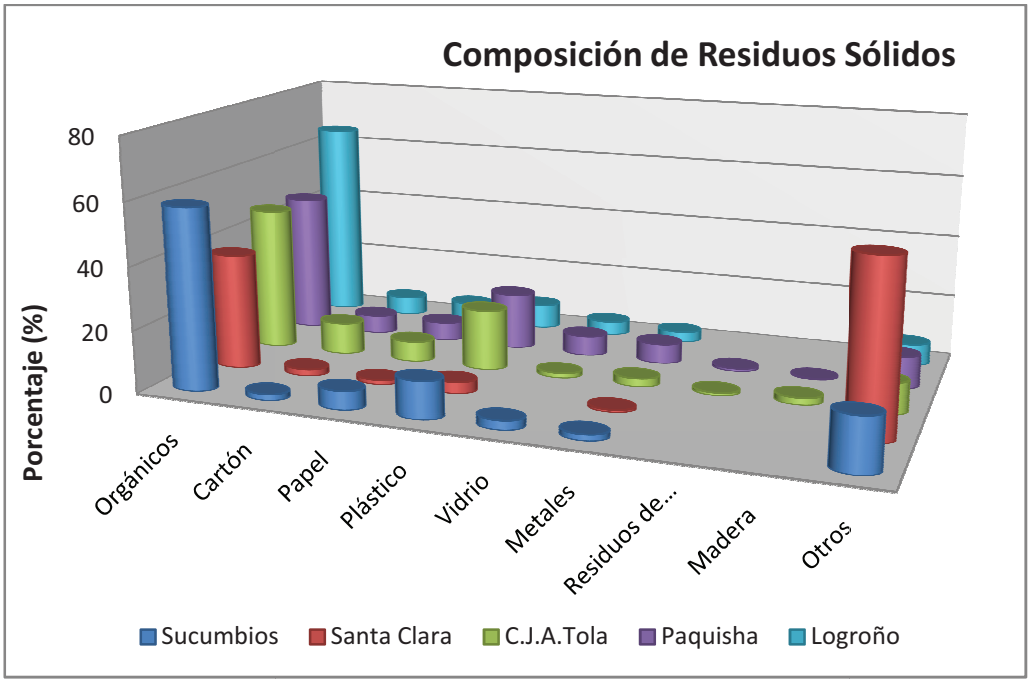
Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS (%)								
	Orgánicos	Cartón	Papel	Plástico	Vidrio	Metales	Residuos de Baño	Madera	Otros
Sucumbíos	58	2	6	12	3	2			17
Santa Clara	37,1	2,2	1,46	3,7		0,89			54,65
C.J.A.Tola	46,08	10,22	6,6	19,5	1,6	2,7	1	2,3	10
Paquisha	45	6	6	18,2	6,5	6,4	1	0,5	10,4
Logroño	65,04	6	6	8,02	4,5	3,4			7,04

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

FIGURA 2.2-2

COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PORCENTAJE



Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Como se observa en la tabla 2.2-3, la composición de los residuos sólidos es notablemente distinta de la que hay en las grandes urbes; sin embargo los modos sociales y económicos de vida actual fomentan el uso indiscriminado de recursos.

2.3 OPERACIONES UNITARIAS INTERNAS

Las distintas operaciones unitarias internas para una gestión integral eficaz de residuos sólidos para los GADs, deben cumplir funciones específicas tanto administrativas, financieras, legales, de planificación como de ingeniería, establecidas para la resolución de los problemas que se tienen en la actualidad, por una gestión inadecuada de residuos mezclados.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos se encarga de controlar las siguientes actividades con el fin de evitar pérdidas económicas y sociales, mal funcionamiento del sistema de gestión e impactos ambientales negativos.

- Generación de residuos sólidos municipales.
- Almacenamiento de residuos sólidos municipales.
- Recolección de residuos sólidos municipales.
- Transporte de residuos sólidos municipales.
- Evacuación de residuos sólidos municipales

(Muñoz, 2008)

2.3.1 GENERACIÓN

La Generación varía de acuerdo a la modificación de los patrones de consumo de la población a medida que se incrementa la comercialización de productos industrializados. Es importante destacar que la generación de residuos sólidos puede disminuir aplicando las 5Rs (Rechazo, Recuperación, Reducción, Re Uso, Reciclaje).

La Generación está netamente relacionada con algunos parámetros fundamentales, entre los cuales se tiene: cantidad y caracterización de residuos sólidos; estos datos son determinantes para la implementación de políticas públicas de gestión y manejo de residuos sólidos, sistemas de tratamientos, comercialización de productos potencialmente reciclables, diseño y ubicación del sitio de disposición final, entre otras.

La composición de los residuos sólidos está básicamente ligada a los hábitos de consumo, ubicación y nivel social de una determinada población. A medida que las ciudades van desarrollando los diferentes procesos industriales, la composición de los residuos sólidos ha variado pasando de ser densa y casi completamente orgánica a ser voluminosa, parcialmente no biodegradable y con porcentajes crecientes de materias tóxicas.

Los mayores porcentajes están representados en los residuos orgánicos, papel, cartón, plásticos dejando en claro la posibilidad de reciclaje de los mismos, lo cual es opacado en ciertas ciudades del Ecuador porque no existen medidas de separación en la fuente implementadas.

(Sánchez, 2007)

2.3.2 ALMACENAMIENTO Y SEPARACIÓN

Los residuos sólidos deben retenerse temporalmente en tanto se procesan para su aprovechamiento, el almacenamiento depende de factores como las características, la cantidad, el peso específico y del modelo de gestión de residuos sólidos.

Los residuos almacenados requieren un tiempo, un depósito y un lugar adecuados mientras se espera a su evacuación.

Cabe resaltar que para contribuir al manejo eficaz de los residuos sólidos se debe almacenarlos por separado, con lo cual se logra la recuperación y reutilización de materiales.

Los contenedores se consideran como el sitio de almacenamiento temporal y se pueden adaptar a una recolección manual o mecanizada. Estos contenedores deben poseer una tapa que aísle los desechos y evitar de esta forma la proliferación de vectores.

(Sánchez, 2007)

Existen regulaciones con respecto al almacenamiento de desechos sólidos los cuales se pueden observar en el **Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS- Libro VI-Anexo 6-Literal 4.4**), el que establece que en el servicio ordinario, el almacenamiento de los residuos, debe ser de tal forma que se evite el contacto de éstos con el medio y los recipientes podrán ser retornables o no retornables.

La falta de estandarización y mantenimiento de los recipientes, así como el mal uso de contenedores en vía pública pueden ocasionar graves problemas, convirtiéndose en focos de proliferación de vectores y vertederos con problemas de olores.

2.3.3 BARRIDO Y LIMPIEZA DE CALLES

El Barrido es la actividad de recolección manual o mecánica de residuos sólidos depositados en la vía pública. El tipo de residuos en la vía pública es diverso, pues puede variar de acuerdo al clima, número de peatones y uso de suelo.

Entre los componentes de estos residuos se encuentra el polvo, estiércol, colillas de cigarrillos, envolturas, envases de plástico y cartón entre otros materiales.

Generalmente el barrido se efectúa en calles pavimentadas de intensa circulación peatonal. El reemplazo del barrido manual por el barrido mecanizado es un punto crítico en países latinoamericanos, donde pueden existir conflictos sociales profundos por el despido del personal.

La cantidad de residuos sólidos proveniente del barrido se incrementa con los residuos sólidos domiciliarios cuando el sistema de recolección es ineficiente.En sitios de gran circulación peatonal, y venta callejera de insumos, se deben colocar basureros públicos y fomentar la educación ambiental a la ciudadanía, lo cual facilitará el proceso de recolección.

(BID-OPS, 1997)

2.3.4 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Tiene como objeto proteger la salud de las personas mediante recogida de los desechos, de los centros de generación, incluyendo los residuos que están en la vía pública y posteriormente transportarlos a una estación, sitio de tratamiento o de disposición final. La recolección de residuos sólidos incluye a la actividad de limpieza, que puede constar de barrido y recolección (recolección manual de residuos).

(SEDESOL, 1994)

Para diseñar un sistema de recolección adecuado los GADs deben contar con parámetros técnicos y demográficos tales como:

- Procedencia y Volumen de los residuos sólidos
- Tipo de Almacenamiento
- Frecuencia óptima de Recolección
- Métodos de Recolección
- Horarios y Rutas de Recolección
- Tipo de Vehículos

Las entidades encargadas del servicio de aseo deben establecerestos parámetros basándose en los estudios técnicos correspondientes.

(Muñoz, 2008)

La recolección y transporte de desechos sólidos debe ser realizada por operarios designados por la entidad de aseo, en este caso por los GADs, de acuerdo con las rutas y las frecuencias establecidas.

Para que un municipio adopte un sistema de transporte, así sea este directo o por medio de estaciones de transferencia, debe tomar en cuenta análisis de costo beneficios con los siguientes parámetros:

- Generación de residuos
- Frecuencia y métodos de recolección
- Personal necesario
- Condiciones medioambientales y sociales de cada ciudad.

(SEDESOL, 1994)

2.3.5 TRATAMIENTO

El manejo integral de los residuos sólidos combina métodos de recolección, sistemas de separación, valorización y aprovechamiento del cual derivan beneficios ambientales y económicos que resultan en la aceptación social de los GADs con una metodología práctica.

Esto puede lograrse combinando opciones de manejo que incluyen tratamientos que involucran reducción, re-uso, reciclaje que permitirá la organización adecuada de los desechos.

(Rodríguez-Simbaña, 2010)

En el **Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS- Libro VI-Anexo 6-Literal 4.9)** se tiene:

Los desechos sólidos cuando luego del análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental no puedan ser reciclados o reutilizados, deberán ser tratados por el generador de los desechos, con la finalidad de mejorar sus condiciones para su disposición final o eliminación, por ello los fines del tratamiento son:

a) Reducción del volumen.
b) Reducción del peso.
c) Homogeneización de componentes.
d) Reducción del tamaño.
e) Uniformización del tamaño.

2.3.5.1 Reutilización y reciclaje

La manera más eficiente de empezar este tipo de gestión esseparando y recuperando los materiales en la fuente de origen y desarrollar e implementar programas de concientización para todos los ocupantes de los GADs, para realizar una separación de residuos, minimización de compra (compra selectiva) y reciclaje de residuos sólidos que se puedan procesar en el mismo lugar.
Ante todo debe considerarse los siguientes aspectos:

- Identificar los materiales con valor comercial.
- Identificar las condiciones para la entrega de materiales.
- Determinar la cantidad posible de materiales recuperados
- Analizar la factibilidad económica

El reciclaje puede realizarse de las siguientes maneras:

- Estaciones de recuperación de materiales
- Cooperativas de reciclaje, donde los minadores podrían laborar

(Muñoz, 2008)

2.3.5.2 Sistemas Biológicos

Los sistemas biológicos aprovechan los residuos orgánicos generados para la producción agrícola de abonos, composto, fertilizantes que pueden ser beneficiosos para la tierra y aumentar la eficiencia del uso del suelo.

2.3.5.2.1Lombricultura

Proceso de cría y producción de lombrices las cuales procesan el material orgánico en material fertilizante. La producción de lombrices tiene buena perspectiva a futuro debido a que puede generar excelentes ingresos económicos provenientes de la comercialización de la lombriz y el humus.

2.3.5.2.2 Compostaje

El compost tiene varias propiedades beneficiosas puesto que mejora las propiedades del suelo, reduce la erosión del mismo, incrementa la capacidad de retención de humedad, entre otras propiedades.

El compostaje permite a las municipalidades reducir hasta en un 50% el peso de los residuos que estén destinados al sitio de disposición final. El compostaje bien operado bajo criterios de eficiencia técnica y económica puede representar un beneficio económico en el manejo integral de RSU.

(Muñoz, 2008)

Se tienen algunas etapas para la realización del compost como son:

- *Selección de residuos*
  La selección de material orgánico variado puede enriquecer el compost final. Los materiales deben acumularse el tiempo necesario hasta que alcancen un volumen adecuado, por lo menos la mitad del compostador.

- *Triturado de residuos*

  No deben pasar los 10mm de tamaño, esto incide directamente con la velocidad de descomposición de los materiales. Entre menor sea el tamaño de los residuos, mayor será la velocidad de descomposición.

- *Disposición de Residuos*

  Mezcla de los diferentes materiales orgánicos según su relación C/N.

- *Base de material leñoso*

  Se coloca una base de material leñoso de alrededor de 10 a 15 cm de ancho con lo cual se pretende facilitar la circulación de aire dentro del compostador evitando la compactación de los materiales.

- *Primer llenado de material*

  Introducción de los materiales previamente mezclados.

  Se debe introducir materiales con alto grado de humedad y otros sin contenido de agua, intentando hacer una mezcla homogénea.

  En el primer llenado se debe establecer una cantidad mínima para que el proceso pueda iniciar.

  El volumen mínimo corresponde a la mitad de la compostera, y el llenado óptimo sería el 2/3 del volumen total.

- *Incorporación regular de material*

  Se procede a añadir los materiales que se generan siempre siguiendo el mismo procedimiento de mezclar materiales húmedos con secos en una proporción de 2:1.

  Se debe cubrir los materiales húmedos con los secos para evitar la proliferación de moscas de la fruta y vectores.

  Es aconsejable el volteo periódico (dos veces al mes), durante el lapso que dura el proceso.

- *Retirada del compost*

> La duración estimada del proceso de compostaje es de dos meses, después de este tiempo se puede retirar el compost, procurando comprobar que esté hecho.

Para el compostaje colectivo se emplea un sistema de pilas, el cual para tener un mayor rendimiento, debe de estar cubierto (galpones). Estas pilas son alargadas, pero su tamaño y forma dependerá del clima, material empleado y maquinaria disponible.

El volteo puede ser en forma manual o mecánica.

(Tipán-Yánez, 2011)

2.4 MODELOS DE GESTIÓN

El modelo que puede mejorar la situación actual a nivel nacional y mundial, es el modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos, GIRS, es una selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión necesarios para alcanzar metas y objetivos específicos en cuanto al manejo de residuos sólidos, donde se gestiona la reducción, reutilización, reciclado, transformación y vertido de los mismos.

(Tchobanoglous, G. 1994)

Es importante realizar un estudio sobre las normativas legales vigentes en el país y sobre todo en cada uno de los GADs analizados en el presente estudio. El manejo de residuos sólidos es responsabilidad de las municipalidades, pero debemos tomar en cuenta que la responsabilidad es de todos los actores involucrados, tanto ciudadanía, sector privado y municipios son responsables del manejo idóneo de residuos sólidos.

La Gestión de residuos sólidos, para las comunidades de cada GAD es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos sólidos generados, en este, el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental de acuerdo a su: origen, calidad, cantidad, volumen, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición municipal final.

2.4.1 MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS MEZCLADOS

Este modelo se caracteriza por no realizar la separación de residuos en la fuente; estos residuos van directamente al sitio de disposición final.

Este modelo tiene desventajas tales como:

- Deterioro del material recuperado
- Disminución de la ganancia por la venta de dichos materiales
- Menor vida útil del relleno sanitario
- Mayor costo operacional para la elaboración de compostaje
- Producción de Lixiviados
- Producción de Biogás

(Muñoz, 2008)

2.4.2 MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEPARADOS EN EL ORIGEN

La legislación nacional establece que se debe implantar sistemas de recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos y rurales, que permitan su reciclado y otras formas de valorización.

(TULAS, Libro VI, Anexo 6)

El modelo de residuos sólidos separados en el origen, establece la separación de residuos de fácil biodegradación-orgánicos de los otros residuos-inorgánicos, con los cuales se pueden implementar diferentes métodos de manejo.

Los residuos orgánicos pueden ser tratados y convertidos en composto por actividades biológicas.Los residuos inorgánicos pueden ser clasificados y comercializados dependiendo de la demanda de los mismos.

Se tienen grandes ventajas al emplear un modelo de gestión en donde se clasifiquen los residuos sólidos, ya sea en el origen o en una planta de reciclaje, tales como:

- Menor cantidad de residuos sólidos en el relleno sanitario
- Menor cantidad de vectores
- Menor costo de Operación/Mantenimiento
- Mayor periodo de vida útil del relleno sanitario
- Menor cantidad de tierra de recubrimiento

(Muñoz, 2008)

Los GADs se conforman por zonas urbanas y zonas rurales los cuales pueden adoptar los modelos de gestión, enfatizando la gestión integral de residuos sólidos, con la separación en la fuente y la recolección diferenciada. Para las zonas rurales, que generalmente se encuentran muy alejadas de las cabeceras cantonales y por ende del sitio de disposición final, se puede establecer un tipo de almacenamiento temporal donde se pueda disponer material inorgánico. Es habitual que el material orgánico se emplee para la alimentación animal y la agricultura.

Se debe tomar en cuenta la realidad de cada GAD para poder implementar un modelo de gestión que priorice la gestión integral de residuos.

CAPÍTULO 3

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La investigación de campo dotó de los siguientes datos:

- Sucumbíos tiene una producción per cápita de 0.48 kg/hab.día con una producción diaria de 1.62 toneladas; la calidad de los residuos es mala debido a la mezcla que sufren los mismos desde la fuente.
- Santa Clara tiene una producción per cápita de 0.32 kg/hab.día con una producción diaria de 1.14 toneladas; la calidad de los residuos es buena debido a que existe separación en la fuente y recolección diferenciada de los residuos sólidos.
- C.J.A. Tola tiene una producción per cápita de 0.33 kg/hab.día con una producción diaria de 1.21 toneladas; la calidad de los residuos es regular debido a que a pesar de que existe separación en la fuente y recolección diferenciada de estos, no existe la recolección diferenciada de residuos sólidos peligrosos lo cual daña las características de los mismos.
- Paquisha tiene una producción per cápita de 0.52 kg/hab.día con una producción diaria de 2.01 toneladas; la calidad de los residuos es buena debido a que existe separación en la fuente y recolección diferenciada de los residuos sólidos.
- Logroño tiene una producción per cápita de 0.73 kg/hab.día con una producción diaria de 4.18 toneladas; la calidad de los residuos es regular debido a que a pesar de que existe separación en la fuente y recolección diferenciada de estos, no existe la recolección diferenciada de residuos sólidos peligrosos lo cual daña las características de los mismos.
- El MAE con el programa nacional de residuos sólidos ha dotado a la población de los GADs de tachos de basura plásticos para el almacenamiento temporal de residuos orgánicos e inorgánicos en la fuente.

- Estos tachos tienen un volumen aproximado de 5 litros; cada familia tiene dos tachos para realizar la separación diferenciada desde la fuente de residuos orgánicos e inorgánicos.

3.1 SISTEMAS DE LA RECOLECCIÓN

El manejo de los residuos sólidos se ha venido desarrollando mediante la aplicación de una serie de operaciones que al principio se vieron identificadas como aseo urbano y domiciliario y, luego como recolección y disposición final de desechos sólidos; haciendo alusión a las fases con que se inicia y termina el ciclo.

Sin embargo en la medida de que la humanidad progresa, se han incorporado operaciones anteriores a la recolección que conlleven a la gestión íntegra de los residuos.

(Ochoa, 2009)

TABLA 3.1-1

SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	RECOLECCIÓN DE RESIDUOS												
	Separación en la fuente		Recolección Diferenciada		Recolección Diferenciada Hospitalaria		Cantidad de Residuos Recolectados (Ton/día)	Cobertura de recolección urbano %	Cobertura de recolección rural %	Existe rutas de recolección		Frecuencia Urbana (DIA/SEMANA)	Frecuencia Rural (DIA/SEMANA)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO				SI	NO		
Sucumbíos		x		x		x	1.10	95	90	x		2	2
Santa Clara	x		x		x		1,02	100	30	x		6	6
C.J.A.Tola	x		x			x	1,21	100	60	x		5	5
Paquisha	x		x		x		1,30	100	90	x		3	2
Logroño	x		x			x	2,65	95	35	x		5	5

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

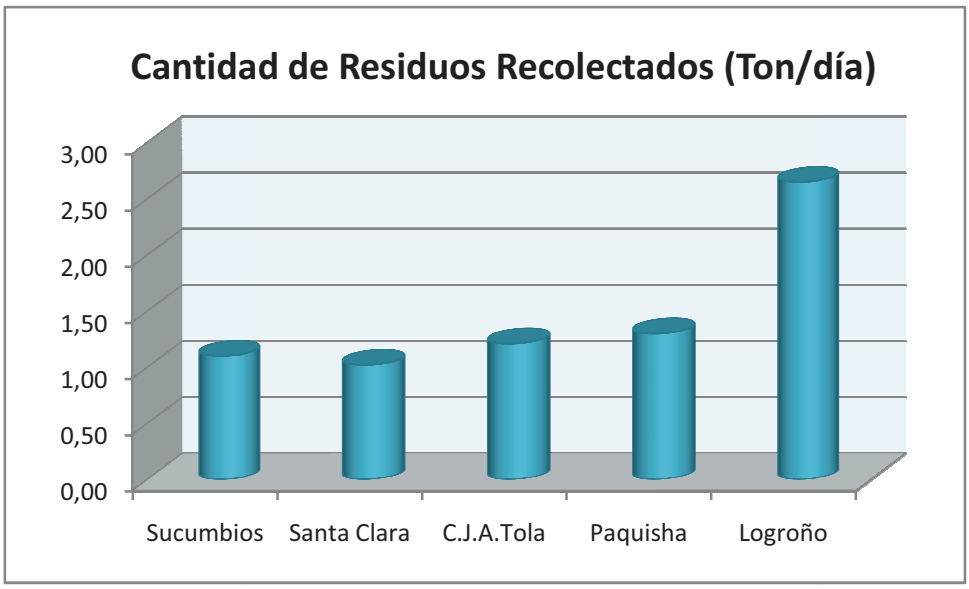
Elaboración: Gabriela Martínez

La tabla 3.1-1 contempla la separación en la fuente así como la recolección diferenciada en cada GAD, lo cual es necesario para poder aprovechar de mejor forma los residuos potencialmente reciclables y el material orgánico; estos procesos son claves para cumplir con objetivos ambientales y sociales.

La falta de consciencia ambiental, ligado con falta de conocimiento y el des interés de los pobladores pueden provocar que el sistema de recolección colapse por ende es necesario poner hincapié sobre la participación ciudadana y la educación ambiental constante en cada uno de los GADs.

La cantidad de residuos recolectados en cada GAD es inferior a la producida por el total de la población de estos respectivamente. La población rural emplea residuos orgánicos para la alimentación animal y la producción agrícola. En la figura 3.1-1 se puede ver la cantidad diaria recolectada en cada GAD.

FIGURA 3.1-1
CANTIDAD DIARIA DE RESIDUOS RECOLECTADOS DE LOS GADs A ESTUDIAR



Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados
Elaboración: Gabriela Martínez

Los sistemas de recolección y transporte se pueden ver afectados debido a la distancia que se interpone entre las parroquias rurales y las rutas de recolección.

Se debe tomar en cuenta que algunas de estas no poseen vías de acceso adecuadas para que el vehículo recolector pueda ingresar.

TABLA 3.1-2

OPERATIVIDAD EN LA RECOLECCIÓN Y EL TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	OPERATIVIDAD EN LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE									
	Vehículos pequeños en operación (camionetas, camiones)				Recolectores en Operación				Distancia del recorrido diario por vehículo, rural y urbano (km/día-vehículo)	Tiempo de recorrido diario por vehículo (h/día)
	Nº	Capacidad (ton)	Años en Operación	Vida útil	Nº	Capacidad (Ton)	Años en Operación	Vida útil		
Sucumbíos					1	10	10	5	175	8
Santa Clara					1	5	4	10	90	8
C.J.A.Tola	1	2	6	10					60	6
Paquisha					1	10	2	10	55,2	6
Logroño	1	4	7	10	1	3	0,3	10	45	5

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

La tabla 3.1-2 proporciona de datos relevantes a los vehículos que son empleados en la recolección y el transporte de los residuos sólidos, los datos señalados en dicha tabla fueron proveídos por cada GAD respectivamente.

Los GADs no proporcionaron información sobre esquemas de las rutas de recolección.

Ningún vehículo de recolección posee compactación.

TABLA 3.1-3

DISTANCIAS Y TIEMPOS DE TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Distancia del centro de la ciudad al sitio de disposición final	Distancia de Transporte	Distancia total recorrida por el camión recolector	Distancia recorrida en la recolección	TIEMPO DE TRANSPORTE (horas)	TIEMPO DE RECOLECCIÓN (horas)
Sucumbíos	35	70	175	105	1,8	2,6
Santa Clara	12,3	24,6	90	65,4	0,6	1,6
C.J.A.Tola	6	12	60	48	0,3	1,2
Paquisha	3	6	55,2	49,2	0,2	1,2
Logroño	2,5	5	45	40	0,1	1

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

En la tabla 3.1-3 se observa las distancias correspondientes a:

- Distancia de transporte
- Distancia recorrida en la recolección
- Distancia del centro de la ciudad al sitio de disposición final
- Distancia Total recorrida por el recolector

Con los datos anteriores podemos establecer los tiempos de transporte y recolección respectivamente.

Para el cálculo del tiempo de recolección y transporte se establece como base una velocidad aproximada de 40 km/hora.

De lo cual se puede concluir que los tiempos de transporte y recolección en realidad son inferiores a los preestablecidos por los GADs en las encuestas previas.

Los tiempos muertos en los procesos de recolección son altos, lo cual puede significar que el personal está mal gastando su tiempo laboral en otras actividades así como que el vehículo recolector sea empleado en otras diligencias.

Cabe señalar que existen tiempos muertos que son necesarios los cuales pueden ser empleados para la revisión del vehículo, registro de asistencia, aprovisionamiento de equipo de trabajo e implementos de seguridad entre otras actividades.

(Muñoz, 2008)

Existen algunas causas por las que el sistema de recolección y transporte falle como son las siguientes:

- Equipos inadecuados
- Equipos en mal estado
- Ausencia de Planificación de rutas
- Poca o Nula Supervisión de operación.

(Ochoa, 2009)

Para que el proceso de recolección tenga la máxima eficiencia de operación debe:

- Cumplir la jornada de trabajo completa.
- Utilizar la totalidad de la capacidad de carga del vehículo recolector.

3.2 SISTEMAS DEL BARRIDO

El barrido manual predomina en los GADs de estudio.

El rendimiento de un barredor dependerá del tipo de topografía, condiciones del pavimento, densidad del tráfico peatonal y vehicular, calidad de los implementos de limpieza, técnicas de barrido, estados de salud entre las que se destacan.

TABLA 3.2-1

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE BARRIDO MANUAL

Ventajas	Desventajas
• Fuente de empleo • Se puede barrer en cualquier tipo de pavimento • Bajo costo de mantenimiento mecánico • Costo de inversión inicial bajo • Capacitación mínima del personal • Mano de obre de fácil obtención • Recolección de cualquier tipo de residuo	• Mayor índice de accidentes laborales • Trabajo ineficiente si los operarios no tienen constante supervisión. • No existe personal de reemplazo • Costo de operación mayor, tomando en cuenta sueldos e inversiones de material de trabajo.

Fuente:SEDESOL

Elaboración: Gabriela Martínez

El reemplazo del barrido manual por el mecánico es un aspecto crítico que se sigue discutiendo a nivel latinoamericano por los conflictos sociales que ocasiona el despido de personal. En la tabla 3.2-1 se establecen las ventajas y desventajas del sistema de barrido manual.

Ciertos municipios absorben una gran cantidad de personal de barrido y limpieza, lo que implica un costo adicional para el GAD.

Es de suma importancia el rendimiento del barrido que se establece en la tabla 3.2-2para poder establecer alternativas para este sistema, que conlleven a resultados óptimos en la gestión de residuos sólidos.

TABLA 3.2-2

SISTEMAS DE BARRIDO Y LIMPIEZA EN LOS GADs

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	BARRIDO Y LIMPIEZA					
	Tipo de Barrido		Cobertura de barrido (%)	Existe rutas de barrido		Rendimiento en el barrido km/día/hombre
	Manual	Mecanizado		SI	NO	
Sucumbíos	x		70	x		0,8
Santa Clara	x		90	x		4,0
C.J.A.Tola	x		90	x		2,4
Paquisha	x		100	x		3,0
Logroño	x		60	x		1,0

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Los GADs no proporcionaron de gráficos donde se pueda corroborar las áreas de cada población servida, sin embargo se tienen datos porcentuales de la cobertura del barrido en centros poblados adoquinados o asfaltados y de rendimiento.

De lo cual se puede concluir que el GAD de Sucumbíos tiene el menor rendimiento por día y por operario mientras que el GAD de Santa Clara tiene el rendimiento de barrido más alto en comparación a los otros GADs.

3.3 SISTEMAS DEL DESTINO FINAL

El manejo integral de los residuos sólidos comprende una serie de fases que deben realizarse para que los mismos, una vez desechados sean correctamente dispuestos, al menor costo posible en un sitio apto para tal fin, para que la naturaleza realice su trabajo, y lo suficientemente aislado para que no cause impactos negativos tanto al ser humano como al medio ambiente en general.

La disposición final consiste en la colocación de los residuos sólidos en un sitio preparado para ese fin, el cual permita aislarlos de forma segura del área circundante; evitando así su esparcimiento y disminuyendo la formación de lixiviados que pueden tener repercusiones sobre recursos hídricos tanto superficiales como subterraneos.Estos sitios de disposición deben ser estables para evitar que las condiciones climáticas extremas o movimientos sísmicos causen un impacto negativo en el mismo.

(Ochoa, 2009)

TABLA 3.3-1

UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE DISPOSIÓN FINAL

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Ubicación y Características del Sitio de Disposición Final						
	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA Z (Altura) MSNM	Ubicación en Km desde el centro de la ciudad	Fecha de Operación del Sitio	Años en Operación	Propiedad del Terreno
							Municipal
Sucumbíos	888011	10064281	2100	35,0	2012	0,6	X
Santa Clara	181055	9851706	954	12,3	2008	4,0	X
C.J.A.Tola	185175	9874230	628	6,0	2010	2,0	X
Paquisha	759667	95675945	920	3,0	2012	0,5	X
Logroño	812875	9711559	642	2,5	2004	8,0	X

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

La tabla 3.3-1 muestra datos generales de ubicación y caracterización del sitio de disposición final.

Los terrenos donde se encuentran los sitios de disposición final son propiedades municipales, es importante tomar en cuenta los años en operación de los sitios de disposición final para poder establecer un tiempo real de vida útil.

Se debe realizar una evaluación comparativa en la eficiencia en el uso de los recursos basado en el estudio integral del ciclo de vida de los productos, con el propósito de conocer el balance del proceso: extracción, transformación, distribución, consumo, reutilización, reciclaje, disposición final.

Gestionar de forma más sostenible los recursos implica acercarse progresivamente hacia la producción limpia, objetivo que incluye no sólo el menor consumo de recursos, sino la drástica disminución de los residuos gracias a la integración de la reutilización y el reciclaje de los mismos en los procesos productivos.

Los bienes así producidos deben ser diseñados para duplicar su vida útil, lo que significa reducir en un 50% los residuos que se generan.

La producción limpia y las estrategias de durabilidad están desarrolladas en algunos sectores limitados, debido a que para su implementación se necesita altos niveles tecnológicos y gran capacidad de planificación e integración social en los sectores productivos y consuntivos.

(Del Val, 1996)

En la tabla 3.3-2 se observan datos relevantes al área de los sitios de disposición final, de los cuales se pueden destacar el área disponible para la construcción de las celdas y el tiempo de duración de las mismas.

TABLA 3.3-2

ÁREA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	ÁREA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL						
	Área Total del terreno (ha)	Área Ocupada por Instalaciones (ha)	Área del Sitio de Disposición Final (relleno) (ha)	Área ocupada (Celdas) m2	Área construida (Celdas) m2	Área Disponible (Celdas) m2	Tiempo de duración de la Celda (años)
Sucumbíos	3,8	0,2	2,5	96	144	48	1
Santa Clara	6,0	2,0	1,5	592	640	48	1
C.J.A.Tola	45	1,0	2,0	140	240	140	1
Paquisha	35	2,5	2,0	200	1800	1600	0.8
Logroño	5,0	1,0	3,0	3000	10000	7000	6

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

TABLA 3.3-3

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL															
	Cerramiento Perimetral del Sitio de Disposición Final		Control de Ingreso al Sitio de Disposición Final		Recuperación de Materiales		Centro de Acopio		Estación de Reciclaje		Estación de Compostaje		Celda Hospitalaria		Tratamiento de Lixiviados	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Sucumbíos		x		x		x		x		x		x		x		x
Santa Clara	x		x		x		x		x		x		x		x	
C.J.A.Tola	x			x	x		x		x		x		x		x	
Paquisha	x		x		x			x		x	x		x		x	
Logroño	x		x		x			x		x	x			x	x	

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

En la tabla 3.3-3 se describe el área del sitio de disposición final de cada GAD.

FOTO 3.3-1
RECUPERACIÓN DE MATERIALES GAD SANTA CLARA

FOTO 3.3-2
CENTRO DE ACOPIO Y ESTACIÓN DE RECICLAJE GAD C.J.A. TOLA

Es necesario disponer de un centro de acopio o una estación de reciclaje, como se puede ver en la foto 3.3-2 correspondiente al GAD de C.J.A. Tola; para la recuperación de materiales en el sitio de disposición final como en la foto 3.3-1.

FOTO 3.3-3
ESTACIÓN DE COMPOSTAJE GAD LOGROÑO

Después de que la materia orgánica haya recibido el tratamiento biológico, sea este compostaje o lombricultura, el producto obtenido se destina para el acondicionamiento de parques, parters, granjas municipales o agricultura local.
La foto 3.3-3 describe el sitio de la estación de compostaje en el GAD de Logroño.

FOTO 3.3-4
CELDA HOSPITALARIA GAD SANTA CLARA

La foto 3.3-4 muestra la celda hospitalaria de Santa Clara la cual está construida como una celda tipo trinchera y con geomembrana además de una cubierta para evitar inundaciones.

En la foto 3.3-5 se observa la planta que emplea el GAD de Paquisha para el tratamiento de lixiviados, la cual es un sistema de filtros y la piscina de oxidación. Se pudo observar durante la visita técnica vida desarrollándose dentro de la piscina con renacuajos, pequeños anfibios y jacintos.

FOTO 3.3-5
PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS GAD PAQUISHA

Partiendo de la premisa de que el mejor residuo es el que no se produce, se llega a entender lógicamente que la prevención debe de ser uno de los objetivos prioritarios en la gestión de residuos sólidos; se debe tomar en cuenta la reutilización, el reciclaje y la disposición final de aquellos residuos que resultan ser inevitables de consumir.

(Del Val, 1996)

La mayoría de estos municipios tienen propiedades aledañas al sitio de disposición final, exceptuando al GAD de Paquisha.No existen quejas por el funcionamiento de dichas instalaciones.

TABLA 3.3-4

TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL EN CADA GAD

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL					
	Tipo de Disposición Final			Relleno Sanitario	Vida útil Remanente (años)	Residuos Acumulados Totales (Ton/año)
	Botadero	Celda Emergente	Botadero Controlado	Manual		
Sucumbíos			x	x	20	352,8
Santa Clara				x	15	1744
C.J.A.Tola		x		x	20	876
Paquisha				x	10	240
Logroño				x	30	954

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

La mayoría de los GADs poseen un relleno sanitario manual como se muestra en la tabla 3.3-4. El GAD de Sucumbíos labora con un botadero controlado, foto 3.3-6.

FOTO 3.3-6

BOTADERO CONTROLADO GAD SUCUMBÍOS

FOTO 3.3-7

CELDA EMERGENTE GAD C.J.A. TOLA

El GAD de Sucumbíos está intentando adquirir el licenciamiento ambiental en el MAE para poner en operación la celda emergente que se encuentra construida con posterioridad. Existen algunos problemas en este GAD, sobre todo por la inexistencia de la separación y recolección diferenciada de residuos hospitalarios, foto 3.3-6.

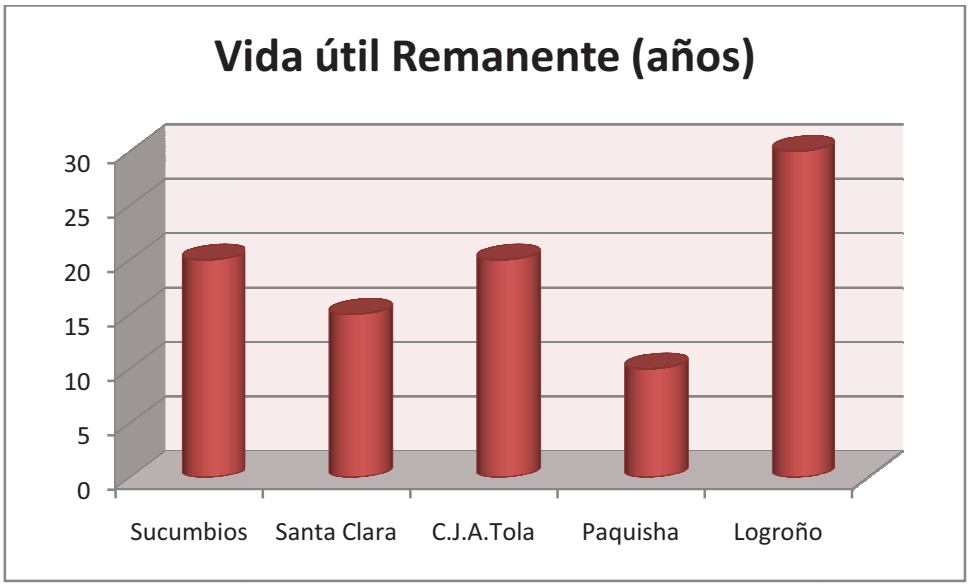
FOTO 3.3-8

RELLENO SANITARIO MANUAL GAD SANTA CLARA

En la foto 3.3-8 se puede observar el relleno sanitario del GAD de Santa Clara el cual posee una celda cubierta. Este relleno sanitario es el mejor en comparación con los otros sitios de disposición final estudiados.

La celda cubierta tiene un efecto positivo debido a que la producción de lixiviados está netamente relacionada con el ingreso de agua lluvia a la celda; si no existe incidencia de agua en la celda no se producen lixiviados.

FIGURA 3.3-1
VIDA ÚLTIL DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL



Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados
Elaboración: Gabriela Martínez

Se debe tomar en cuenta la vida útil de los sitios de disposición final para poder establecer los parámetros de diseño para las celdas futuras en cada uno de los sitios de disposición final de los GADs.

La figura 3.3-1 muestra que el GAD de Logroño tiene una vida útil remanente alta en comparación a los otros GADs.

TABLA 3.3-5

MAQUINARIA EXISTENTE EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE CADA GAD

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Operatividad del Sitio de Disposición Final					
	Compactador Manual	Excavadora	Balanza electrónica	Picadora / Triturador	Vibro apisonador	Gallineta
Sucumbíos				x		x
Santa Clara	x					
C.J.A.Tola				x		
Paquisha		x	x	x		
Logroño				x	x	

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

La recuperación y el aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos son de vital importancia teniendo varios beneficios como: prolongar la vida útil del relleno sanitario, dejar de lado malos hábitos de consumo por parte de la población, minimización de impactos ambientales y paisajísticos entre otros.

Considerar que una gestión de residuos sólidos alcanza el grado de “sostenible”, exige una evaluación que vislumbre el cumplimiento de una serie de requisitos y pondere la importancia de cada uno de ellos.

Entre los criterios para fomentar estas actividades están los siguientes:

1. Existencia de un plan integral de gestión que contemple los objetivos antes señalados para la prevención, reutilización, reciclaje y disposición final de los RSU; el plan debe adecuarse a las circunstancias locales de producción

y consumo considerando el impacto ambiental global, donde se debe incluir consumo de agua, energía y otros recursos.

2. Capacidad del plan para ser propagado por otras poblaciones.
3. Prioridad a la prevención de los residuos (sobre todo los peligrosos) y a la separación diferenciada, para la transformación de materia orgánica en compost de alta calidad.
4. Integración de lodos de depuración de aguas residuales en el proceso de compostaje, incluyendo otros residuos aprovechables como los forestales, agropecuarios, industriales. Se debe realizar un análisis de estos residuos para garantizar la ausencia de contaminantes peligrosos.
5. Aprovechamiento de escombros de obras públicas o demoliciones además de tierras de excavación.
6. Participación ciudadana en el cumplimiento de los objetivos de prevención, reutilización y reciclaje de los RSU. Se debe planificar la introducción de estos conceptos en la educación primaria y secundaria, en conjunto con un amplio contenido experimental práctico.
7. Integración del proceso de compostaje en la agricultura local o contar con un sistema de comercialización para lo cual es necesario tener un control de calidad en el proceso de compostaje, conociendo la demanda potencial de cantidades y calidades de estos productos según sus distintos usos; planificación del compost en la agricultura para garantizar el consumo adecuado y continuo, para lo que se necesita tener información sobre la calidad y características del suelo; evaluación de resultados y promoción de los mismos.
8. Integración de los materiales recuperados de carácter inerte en la industria local mejorando el nivel técnico y ecológico de la misma. El objetivo debería de ser conseguir un aumento del empleo local asociado a los programas de recogida selectiva y reciclaje.
9. Establecer una metodología fiable que permita evaluar el nivel de recuperación y reciclaje:Porcentaje de residuos recogidos selectivamente y reciclados posteriormente sobre el total generado.
10. Creación de empresas para la recolección diferenciada de todos o parte de los residuos

11. Elaborar metodologías que permitan evaluar la participación social en procesos de prevención, separación en el origen, y recolección diferenciada. Este análisis debe permitir establecer pautas de consumo y relación con la ciudad más respetuosas con el medio ambiente.

(Del Val, 1996)

TABLA 3.3-6

RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	RECUPERACIÓN DE RESIDUOS EN EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL											
	RECUPERACIÓN INORGÁNICO		Tipo de Recolección para inorgánicos			RECUPERACIÓN ORGÁNICO		Tratamiento Residuos Orgánicos		Cantidad Ingresada (Ton/día)	Material Terminado (Ton/día)	Destino Final
	SI	NO	Minadores	Gestores	GADs	SI	NO	Lombricultura	Compostaje			
Sucumbíos		x					x			0	0	
Santa Clara	x				x	x			x	0,38	0,07	agricultura
C.J.A.Tola	x		x			x			x	0,58	0,27	granja municipal
Paquisha	x			x		x		x		0,58	0,27	Parques y Parters
Logroño	x				x	x			x	0,58	0,27	Parques y Parters

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

En la tabla 3.3-6 se establece los sistemas de recuperación de residuos en el sitio de disposición final. El GAD municipal de Sucumbíos es el único que aún no realiza recuperación de residuos sólidos, ni en la fuente ni en el sitio de disposición final.

A continuación en la tabla 3.3-7 se detalla la caracterización de los subproductos recuperados en el sitio de disposición final de cada GAD.

TABLA 3.3-7

CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS RECUPERADOS

Caracterización Subproductos recuperados (kg/día)					
Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Papel	Cartón	Plástico	Vidrio	Chatarra
Sucumbíos	0	0	0	0	0
C.J.A.Tola	0,50	6,0	4,0	0	0,50
Logroño	0	25,0	10,0	0	15,0
Paquisha	15	15	30	20	15
Santa Clara	13,63	20,45	34,47	0	8,18

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

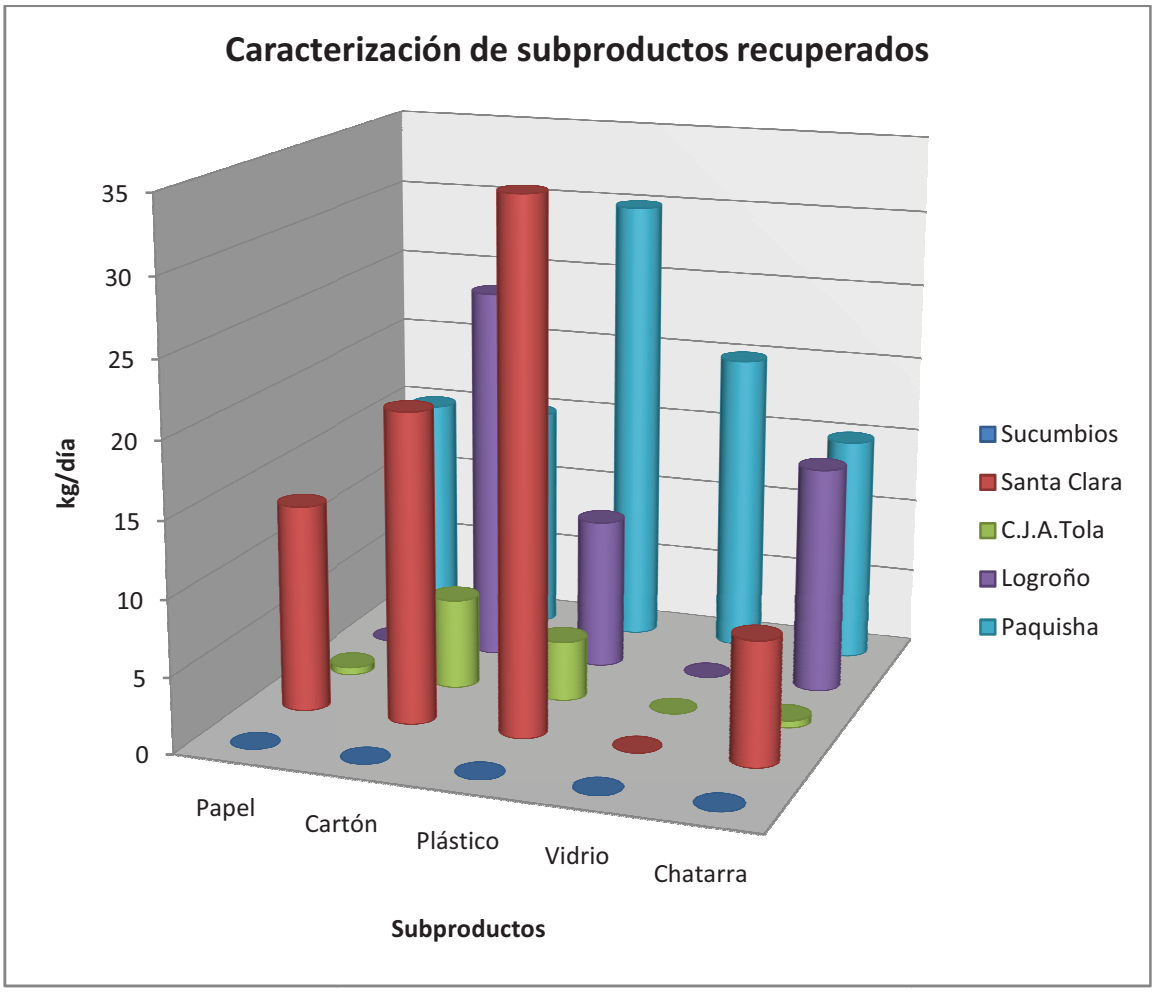
Elaboración: Gabriela Martínez

Varios países latinoamericanos han cuantificado la composición y características de sus RSU, lo cual se puede interpretar como un indicador del ingreso medio familiar y del grado de consumismo existente y, por otro lado, como una investigación para determinar el valor de la recuperación de residuos sólidos para el reciclaje.

La caracterización de los residuos también permite estimar el espacio e infraestructura requeridos para los rellenos sanitarios.

(BID-OPS, 1997)

FIGURA 3.3-2
CARACTERIZACIÓN DE SUB PRODUCTOS RECUPERADOS EN LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL



Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados
Elaboración: Gabriela Martínez

Es necesario poner énfasis, de que la separación en el origen puede evitar posibles daños en el material recuperado; de esta forma estos subproductos pueden tener mejor calidad con respecto a los que se recuperan en el relleno sanitario.

Los GAD de Santa Clara y Paquisha son los que mayor kg de residuos recuperan diariamente como se lo puede ver en la figura 3.3-2.

TABLA 3.3-8

CANTIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS, RECUPERADOS ENTERRADOS Y CANTIDAD DE LIXIVIADOS PRODUCIDOS Y TRATADOS EN CADA GAD.

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Cantidad de Residuos Recolectados (Ton/día)	Cantidad de Residuos Inorgánicos Recuperados (Ton/día)	Cantidad de Residuos Orgánicos Recuperados (Ton/día)	Cantidad de Residuos Sólidos que se entierran (Ton/día)	Cantidad de Lixiviados Producidos (l/día)	Cantidad de Lixiviados Tratados (l/día)
Sucumbíos	1,10	0	0	1,10		
Santa Clara	1,02	0,0768	0,38	0,56	0	0
C.J.A.Tola	1,21	0,011	0,58	0,62	0	0
Paquisha	1,30	0,095	0,58	0,63	24	24
Logroño	2,65	0,05	0,58	2,02	20	20

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Los residuos recolectados son inferiores a la producción real de los residuos sólidos.Para obtener la cantidad de residuos sólidos que se entierran en el los sitios de disposición final se resta la cantidad de residuos recuperados de la cantidad de residuos recolectados.El GAD de Sucumbíos no realiza tratamiento de lixiviados, la producción de lixiviados de los GADs de Santa Clara y C.J.A. Tola se puede asumir que es nula debido a que estos GADs emplean una celda cubierta lo cual implica que la producción de lixiviados es insignificante. Se debe poner énfasis en evitar la generación de lixiviado mediante un modelo de gestión de residuos separados. Aunque existan plantas de tratamiento en algunos GADs, no se ha comprobado la eficacia o eficiencia del tratamiento. Para el tratamiento se necesita tecnología específica que generalmente es de un valor elevado

La DQO puede estar en alrededor de 3000-60000mg/litro y la DBO en un rango de 2000-30000mg/litro, lo que implica un tratamiento complejo del efluente.

(Tchobanoglous, 1994)

. 3.4 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

El manejo de los residuos sólidos y su disposición final, determinan la calidad de la administración local y la eficiencia de sus dirigentes. A través del servicio público de aseo se puede evaluar la voluntad política, la capacidad de gestión y su responsabilidad para brindar la protección requerida de la salud pública, de los trabajadores y del medio ambiente.

(Jaramillo, 1997)

TABLA 3.4-1

SISTEMAS ADMINISTRATIVOS EN LOS GADs

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	GESTIÓN MUNICIPAL	PERSONAL QUE LABORA EN LA GRS						
	Departamento o dirección encargada de la GRS	Administrativo	Barrido y Limpieza	Recolección	Transporte	Tratamiento	Disposición Final	Total del Personal
Sucumbíos	Departamento de Obras Públicas	1	9	6	1			17
Santa Clara	Comisaria Municipal	2	2	1	1	2	4	12
C.J.A.Tola	Saneamiento Ambiental	1	1	4	1	2	2	11
Paquisha	Unidad de Medio Ambiente y Turismo	1	2	2	1		1	7
Logroño	Departamento de Obras Públicas	3	6	4	1		7	21

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Se deben definir objetivos y políticas del sector, desarrollando la capacidad institucional para mejorar la administración y operación mediante proyectos demostrativos.

(Sánchez, 2007)

TABLA 3.4-2

LEGISLACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN CADA GAD

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	SITUACIÓN ACTUAL 2012			
	Ordenanzas Municipales Vigentes y Programadas para la GRS			
	Ordenanza	Reg. Oficial Nª	Fecha de Publicación	Parte de la GRS que regula
Sucumbíos	x		1998	Tasa de Recolección
Santa Clara	x	626	25 enero de 2012	Para manejo integral de R.S.
C.J.A.Tola	x	sin publicar	27 junio de 2005	Operación y Tasa de Recolección
Logroño	x	623	20 enero de 2012	Gestión Integral de Desechos Sólidos
Paquisha	x	sin publicar	enero de 2011	Tasa de Recolección

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

En el Anexo 3 se detallará la situación actual legislativa de la gestión de residuos sólidos a nivel nacional.

En América Latina existirá un aumento sostenido de los residuos sólidos debido a la globalización. Esto obliga a los gobiernos a diseñar políticas públicas para la regulación y gestión idóneas en un campo de insospechadas consecuencias para el bienestar y la calidad de vida de la población, y el equilibrio del planeta. Por lo que el desarrollo de políticas públicas y de regulación, junto con una institución ambiental orientada a enfatizar los incentivos eficaces para la reducción de la generación de residuos sólidos en el origen de los procesos productivos, toma vital importancia para el desarrollo integral de una comunidad.

El principio fundamental de una normativa debería ser preventivo, pues se debe basar en la protección de recursos naturales que se consideran como bienes públicos.

Este principio se instrumentaliza en el criterio de “quien contamina, paga”, haciendo referencia a que la responsabilidad por las externalidades productivas negativas del proceso productivo, que deriva en la generación de residuos, recae en los productores de bienes. Existen diferencias entre los países europeos y americanos, pues mientras los primeros ponen el énfasis en la reducción en el origen, los segundos continúan con incentivos en el destino o disposición final, sin estímulos explícitos para el desarrollo de políticas y programas de reciclaje y/o reutilización de los residuos. Lo cual se establece en la figura 3.4-1.

(Concha, 2003)

FIGURA 3.4-1

REGULACIONES Y NORMAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN DIFERENTES PAÍSES

País/criterio	España	Alemania	Estados Unidos	México	Chile
Regulación	Pública	Pública	Pública y privada	Pública	Pública
Método	Leyes y normas con incentivos económicos	Leyes y normas incentivos a la producción limpia	Normas generales y específicas	Leyes y normas específicas	Leyes y normas específicas
Principio	Contamina paga	Protección eficaz de recursos naturales	Contamina paga	Contamina paga	Contamina paga
Punto principal de regulación	En origen y proceso, sin perjuicio de regular transporte y disposición final	En origen, con responsabilidad en el producto Regula transporte y disposición final	Recolección, transporte y disposición final	Recolección, transporte y disposición final	Recolección, transporte y disposición final
Otros instrumentos regulación	Económicos	Económicos	Mercado/ económicos	Mercado	Mercado
Costos de gestión	Sobre el bien o producto	Sobre el bien y el producto	Sobre el proceso y los residuos	Sobre los residuos	Sobre los residuos
Normas específicas	Ordenanzas en comunidades autónomas y municipios	Promueve la producción limpia y la participación de privados	Directrices y normas específicas	Normas específicas por tipo de residuos	Normas específicas
Estrategia principal	Reciclaje	Economía de ciclo integral	Transporte y disposición final	Disposición final	Disposición final

Fuente: José Concha Góngora, 2003

3.5 SISTEMAS FINANCIEROS

El mayor problema que presenta el servicio de gestión de residuos sólidos en cada GAD, es el desconocimiento que tienen los entes de decisión y dirección del costo real del servicio por lo que no existe una visualización del despilfarro de los recursos en dicho servicio, sin que este sea eficiente.

Este desconocimiento influye en forma negativa al momento de asignar los recursos al servicio y al discutir el régimen tarifario que debería cancelar el usuario como contraprestación del servicio recibido.

La falta de planificación de las inversiones se traduce en ausencia de políticas claras para la obtención de recursos para las diferentes operaciones que se incluyen en la gestión de los residuos.

Para lo cual los GADs deben tomar acciones como:

- Determinar costos del servicio e inversiones a corto, mediano y largo plazo.
- Elaborar planes que permitan optimizar los recursos.
- Determinar el subsidio que aporta el municipio anualmente.
- Solicitar apoyo técnico y económico a organismos nacionales, estatales sobre la base de inversiones requeridas.

(Ochoa, 2009)

Para el siguiente análisis económico fue necesario establecer los sistemas de recaudación, establecidos en la tabla 3.5-1; los costos operativos, las inversiones en el sitio de disposición final y los costos de los estudios han sido calculados con

amortización para ponderar un valor anual. De esta forma se puede tener una idea clara de cuanto es que cada uno de los GADs invierte en la Gestión de Residuos Sólidos.

TABLA 3.5-1

SISTEMAS DE RECAUDACIÓN DE LA GRS EN LOS GADs

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	SISTEMAS DE RECAUDACIÓN ($/año)								
	Cobro por la GRS		Sistemas de Recaudación	Ingresos por cobro de servicio ($/año)	Cooperación de ONGs e instituciones		Monto de Inversión Total	Ingreso Comercialización de Residuos Recuperados	Ingreso Comercialización de Residuos Orgánicos	TOTAL ingresos ($/año)
	SI	NO			SI	NO				
Sucumbíos	x		Planilla Energía Eléctrica	3215,39	x		4000	0	0	7215,39
Santa Clara	x		Planilla Energía Eléctrica	3360	x		4000	12000	2800	22160
C.J.A.Tola	x		Planilla de agua Potable	6000	x		4000	1500	10800	22300
Paquisha	x		Planilla de agua Potable	8208	x		4000	12000	10800	35008
Logroño	x		Planilla de agua Potable	1500	x		4000	5400	10800	21700

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Los GADs tienen el apoyo de instituciones públicas como el Ministerio de Ambiente Ecuador MAE, Consorcio de Municipalidades Amazónicas y Galápagos COMAGA, y también de Organizaciones Internacionales no Gubernamentales.

El MAE proporciona de material promocional y tachos de separación de residuos para la buena gestión de residuos sólidos enfocándose en la población; también entrega maquinaria para el sitio de disposición final.

El COMAGA proporciona soporte técnico a las personas encargadas de la Gestión de Residuos Sólidos en cada GAD, por medio de personal capacitado en las diferentes áreas necesarias para el proceso de gestión.

Las organizaciones no gubernamentales internacionales son instituciones de beneficencia mundiales que recolectan fondos de diversas fuentes para apoyar proyectos en el mundo en desarrollo.Pretenden alcanzar metas y objetivos de carácter y espectro internacional, fundamentalmente la cooperación internacional al servicio de los pueblos.

Algunas organizaciones tienen especialidades como salud, agricultura, socorro de emergencias, medio ambiente, educación, desarrollo comunitario, micro financiamiento, o pueden tener una combinación de todos los aspectos anteriores.

Existen Organizaciones no gubernamentales internacionales que se componen principalmente con miembros de la sociedad civil, los que aportan con trabajo voluntario compartiendo conocimientos técnicos así como donaciones para cooperar con estas organizaciones.

(World Bank, 2011)

Se tiene como un ejemplo al GAD de Logroño, que se he beneficiado con una voluntaria del Cuerpo de Paz, que provee de asistencia técnica, información, asesoría y ayuda a la comunidad con educación ambiental. Tema transcendental y de suma importancia para la correcta gestión de residuos sólidos.

Para establecer los *Costos Operativos*se deben tomar en cuenta:

- Salarios e Insumos para el personal
- Servicios Básicos
- Combustibles, Lubricantes, Mantenimiento de vehículos y repuestos
- Programas de Capacitación
- Equipos de Seguridad Industrial

Estos costos operativos se reflejan en las tablas 3.5-2 y 3.5-3.

TABLA 3.5-2

COSTOS OPERATIVOS DE LA GRS EN LOS GADs ($/año)

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Costos Operativos ($/año)					
	Egresos en Salarios del Personal ($/año)					
	Administración	Barrido y Limpieza	Recolección	Transporte	Relleno Sanitario	Tratamiento
Sucumbíos	10312	73647	49098	9027	0	0
Santa Clara	3000	9868,4	4934,21	7118,2	19736,8	4934,2
C.J.A.Tola	2500	4875	20000	5070	12000	5000
Paquisha	14544	12744	6950,72	10000	6372	0
Logroño	22800	17100	21300	7200	39900	0

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

TABLA 3.5-3

CONTINUACIÓN COSTOS OPERATIVOS DE LA GRS EN LOS GADs ($/año)

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Costos Operativos ($/año)								TOTAL Costos Operativos ($/año)
	Servicios Básicos	Insumos Personal Administrativo	Insumos Personal Barrido y Limpieza	Insumos Personal Recolección	Combustibles y Lubricantes	Mantenimiento de Vehículos y Repuestos	Uniformes y Equipos de Seguridad Industrial	Programas de Capacitación	
Sucumbíos	900	1500	1500	1500	12000	15000	20000	1000	195484
Santa Clara	200	500	1500	100	800	1000	3290,19	1000	57982
C.J.A.Tola	360	100	360	700	480	2720	1300	5000	60465
Paquisha	1200	500	600	200	800	1500	1200	1000	57610,72
Logroño	1200	240	1200	600	720	940	1350	3600	118150

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Las Inversiones en el Destino Final están amortizadasdependiendo del tiempo de vida útil de la maquinaria, infraestructura, terrenos, y en sí del relleno sanitario. Lo que se observa a continuación, en la tabla 3.5-4.

TABLA 3.5-4

AMORTIZACIONES POR PARÁMETROS EN LAS INVERSIONES

	Terreno	Maquinaria	Infraestructura	Estación Reciclaje	Estación Compostaje	Viveros / Invernaderos	Tratamiento		Recolector	Celda
							Hospitalarios	Lixiviados		
Años de Amortización	Vida útil del Sitio de Disposición Final	5	20	20	20	5	10	20	10	Vida útil del Sitio de Disposición Final

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados, COMAGA

Elaboración: Gabriela Martínez

TABLA 3.5-5

INVERSIONES EN SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE CADA GAD ($/año)

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Inversiones en el Destino Final ($/año)										Total Inversiones ($/año)
	Terreno	Maquinaria	Infraestructura	Estación Reciclaje	Estación Compostaje	Viveros/Invernaderos	Tratamiento		Recolector	Celda	
							Hospitalarios	Lixiviados			
Sucumbíos	200,00	3000	250	0	0	0	0	0	2000	500,00	5950
Santa Clara	400,00	1000	1000	2500	100	100	150	1500	7950	1066,67	15766,67
C.J.A.Tola	150,00	3000	675	1500	250	0	350	250	2300	650,00	9125
Paquisha	3400,00	4000	2200	0	2150	0	200	800	8250	2450,00	23450
Logroño	166,67	4000	1500	0	100	0	0	1250	5800	833,33	13650

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Adicional a esto tenemos los costos de los estudios que cada uno de los GADs ha realizado para el proceso de Viabilidad, Licenciamiento, así como Estudios de Impacto Ambiental y Auditorías correspondientes; lo que se ve relejado en la tabla 3.5-6. Estos Costos están amortizados para la vida útil del sitio de disposición final de cada GAD correspondiente.

TABLA 3.5-6

COSTOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR CADA GAD ($/año)

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Situación Actual 2012						TOTAL Costos Estudios	TOTAL Costos de Estudios Amortizados ($/año)
	Multas por Incumplimiento de la Ley en el 2012		Costo por el Cierre Técnico del Botadero	Costo de Estudios para la Licencia Ambiental	Costo de Viabilidad Técnica	Costo de Auditoria Ambiental		
	Si	NO						
Sucumbíos		x	2500	15000	40000	0	57500	2875
Santa Clara		x	3000	20000	40000	0	63000	4200
C.J.A.Tola		x	2000	24000	40000	0	66000	3300
Paquisha		x	3405,8	7500	40000	0	50905,8	5090,58
Logroño		x	2500	21000	40000	15000	78500	2616,67

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

Los GADs de Paquisha y Logroño son los únicos que poseen licenciamiento ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente.El GAD de Paquisha debe realizar una Auditoría Ambiental en el presente año.

Los Costos de Viabilidad Técnica son referenciales, establecidos por el COMAGA.

CAPÍTULO 4
EVALUACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL

4.1 EVALUACIÓN TÉCNICA

La investigación de campo en conjunto con la encuesta realizada, dotó de datos relevantes con respecto a la Gestión de Residuos Sólidos en cada uno de los GADs a evaluarse. A continuación se indica un resumen integrado de las operaciones unitarias y sus datos más importantes, en la tabla 4.1-1:

TABLA4.1-1
RESUMEN DE LAS OPERACIONES UNITARIAS

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Operaciones Unitarias																							
	Generación de Residuos Sólidos				Separación de Residuos		Barrido		Recolección		Disposición Final													
	PRODUCCIÓN PER-CAPITA (kg/hab.día)	Total de Residuos (ton/día)	Composición de Residuos Orgánicos (%)	Composición de Residuos Inorgánicos (%)	Separación diferenciada en la fuente		Existen rutas de Barrido		Recolección diferenciada		Recuperación de Materiales		Centro de Acopio		Estación de Reciclaje		Estación de Compostaje		Celda Hospitalaria		Tratamiento de Orgánicos		Tratamiento de Lixiviados	
																					Compostaje	Lombricultura		
					SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO			SI	NO
Sucumbíos	0,48	1,63	58,00	*42,00*		x	x			x		x		x		x		x		x				x
Santa Clara	0,32	1,14	37,10	*62,90*	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
C.J.A.Tola	0,33	1,21	46,08	*53,92*	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
Paquisha	0,52	2,00	45,00	*55,00*	x		x		x		x			x		x	x		x			x	x	
Logroño	0,73	4,18	65,04	*34,96*	x		x		x		x			x		x	x			x	x		x	

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados
Elaboración: Gabriela Martínez

4.1.1 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

- El GAD de Sucumbíos tiene una producción per cápita de 0.48 kg/hab.día, con una generación total de residuos de 1.63 ton/día. Siendo el 58% de esta generación, material orgánico.
- El GAD de Santa Clara tiene una producción per cápita de ***0.32 kg/hab.día;*** siendo el ***GAD con menor generación total de residuoscon 1.14 ton/día***. Siendo el 37% de esta generación, material orgánico.
- El GAD de C.J.A. Tola tiene una producción per cápita de 0.33kg/hab.día, con una generación total de residuos de 1.21 ton/día. Siendo el 46% de esta generación, material orgánico.
- El GAD de Paquisha tiene una producción per cápita de 0.52 kg/hab.día, con una generación total de residuos de 2.00 ton/día. Siendo el 45% de esta generación, material orgánico.
- El GAD de Logroño tiene una producción per cápita de ***0.73 kg/hab.día;***siendo el ***GAD con mayor generación total de residuos con 4.18 ton/día.***Siendo el 65% de esta generación, material orgánico.

4.1.2 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

- El único GAD que no realiza separación en la fuente, de los GADs estudiados, es el GAD de Sucumbíos.
- Esto presenta graves problemas en el sitio de disposición final, puesto que existe presencia de lixiviados.
- Esto también implica que residuos sólidos peligrosos/hospitalarios están siendo mezclados con los desechos comunes, lo cual puede poner en riesgo a los operarios del sitio de disposición final.

4.1.3 BARRIDO

- Todos los GADs tienen rutas de barrido preestablecidas.
- El barrido manual es el empleado en estos GADs.

4.1.4 RECOLECCIÓN

- Todos los GADs tienen rutas de recolección preestablecidas.
- El GAD de Sucumbíos es el único de los GADs estudiados, que no realiza recolección diferenciada.
- La cantidad de residuos recolectados es menor que la cantidad de residuos generados en todos los GADs. Véase Tabla 3.1-1

4.1.5 DISPOSICIÓN FINAL

- Todos los GADs realizan recuperación de materiales en el sitio de disposición final exceptuando al GAD de Sucumbíos.
- Los GADs de Santa Clara y C.J.A. Tola son los únicos que poseen centros de acopio y estaciones de reciclaje.
- Todos los GADs poseen una estación de compostaje/lombricultura en el sitio de disposición final exceptuando al GAD de Sucumbíos.
- Los GADs de Santa Clara, C.J.A. Tola y Paquisha poseen celda de residuos peligrosos/hospitalaria; sin embargo el GAD de C.J.A. Tola tiene en abandono dicha celda.
- Los GADs de C.J.A. Tola y Paquisha poseen una celda de hospitalarios hecha de cemento y hormigón.
- Todos los GADs, exceptuando el GAD de Sucumbíos, poseen una planta de tratamiento de lixiviados cuya operatividad es defectuosa o no realiza el tratamiento adecuado debido a la falta de tecnología.
- Los GADs de Santa Clara y C.J.A. Tola poseen celdas para residuos sólidos con cubierta, ya que la producción del lixiviado está en función de la entrada de agua lluvia en las celdas.

  Esto implica que la intercepción del agua lluvia por esta cubierta minimice la producción del lixiviado.

4.2 EVALUACIÓN AMBIENTAL

Los RSU al acumularse y no reincorporarse a la naturaleza en un corto o mediano plazo generan contaminación. La contaminación afecta al suelo, aire, recursos hídricos, fauna, flora y seres humanos.

Los procesos de ordenamiento ecológico consistentemente identifican a los RSU como problemas ambientales a resolver, pues estos no sólo afectan a los asentamientos humanos en donde se generan, sino también a los ambientes rurales (tanto naturales como productivos) que los rodean.

La gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos surge como una forma de atender no solo la imperiosa necesidad de la sociedad de sanear sus propios asentamientos sino, además, disminuir los impactos que dichos residuos causan sobre el medio circundante.

(Rodríguez-Córdova, 2006)

4.2.1 EFECTOS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS SÓLDIOS

Los problemas ambientales relacionados con el manejo inadecuado de residuos sólidos pueden abarcar diversos aspectos sobre todo en los siguientes:

- Salud Pública
- Destrucción de Recursos Naturales
- Factores Sociales
- Factores Económicos

Se incluyen los siguientes riesgos:

Riesgos directos: Son los ocasionados por el contacto directo con los residuos sólidos. Al no haber un buen manejo de los residuos, estos se mezclan con materiales o residuos peligrosos que pueden causar daño a la salud pública.

Riesgos indirectos: Se vinculan a la proliferación de vectores como: moscas, ratas, etc.; las cuales pueden transmitir enfermedades como: tifoidea, rabia, salmonelosis entre otras enfermedades.

(Tipán-Yánez, 2011)

En la figura 4.2-1 se detallan algunos de los diversos problemas que se asocian al manejo inadecuado de residuos sólidos.

FIGURA 4.2-1
PROBLEMAS AMBIENTALES Y DE SALUD ASOCIADOS AL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Fase del manejo de residuos sólidos	Problema Ambiental	Riesgo para la salud	Población expuesta
Generación y almacenamiento inadecuado	Peligro ambiental por materiales peligrosos o potencialmente peligrosos de uso cotidiano doméstico. Proliferación de vectores (insectos, ratas, roedores y organismos patógenos). Contaminación de alimentos. Malos olores.	Enfermedades gastrointestinales. Intoxicación de infantes y mascotas. Dengue	Población carente de sistemas adecuados de almacenamiento y recolección
Recolección y transporte	Deterioro del paisaje. Malos olores. Ruidos.	Enfermedades respiratorias, gastrointestinales y dermatológicas.	Población general.
Segregación y reciclaje	Alimentación del ganado porcino con residuos insalubres. Aplicación de compost contaminado al suelo.	Enfermedades respiratorias, gastrointestinales y dermatológicas.	Consumidores de carne porcina de animales criados en los basureros
Tratamiento y disposición final	Contaminación del suelo. Contaminación del aire por quemas. Contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Deterior del paisaje. Incendios.	Enfermedades infectocontagiosas y parasitarias; enfermedades alérgicas y a las vías respiratorias, piel y mucosas. Dengue.	Población adyacente a los lugares de disposición final donde se acumulan o queman residuos.

Fuente:CEPIS-BS/OPS, 2007; Tipán-Yánez, 2011

Para el siguiente análisis se establecerá una comparación entre los rellenos con residuos sólidos mezcladosy residuos sólidos separados, con lo que se pretende establecer el relleno que tenga menor afectación al medio ambiente.

También se toman en cuenta los datos provistos por cada uno de los GADs y los que fueron determinados en las visitas de campo.

La identificación de los impactos permitirá determinar qué actividades tienen potencial de producir alteraciones en los elementos ambientales de su área de influencia.

El proceso de la identificación y evaluación de impactos ambientales incluye la descripción de las actividades y posibles fuentes de contaminación asociados al proyecto, de las fases de preparación, construcción, operación y mantenimiento, y cierre técnico y abandono de un relleno sanitario.

Para el procedimiento sistemático de la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales de mayor significancia, se empleará la "*Matriz Multidimensional",* la cual ha sido construida tomando como referencia las matrices desarrolladas por Phillip y Defillini (1976), Leopold (1970) y otras referencias (Calvopiña, 1993).

Se emplea la matriz multidimensional debido a que retoma las mismas actividades y factores ambientales desarrollados en la matriz de identificación de impactos ambientales; además permite, la entrada, en sub – filas y sub – columnas en un arreglo multidimensional e incorpora la evaluación cuantitativa del impacto en importancia y magnitud.

Los impactos ambientales identificados serán calificados cualitativamente y cuantitativamente considerando los siguientes parámetros señalados en las tablas 4.2-1 y 4.2-2:

TABLA 4.2-1

VALOR CUALITATIVO DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES

CARÁCTER GENÉRICO: Se presenta como un juicio de valor para definir si el impacto es:	**Positivo:** positivo o benéfico (+)
	Negativo: negativo o dañino (-).
EXTENSIÓN: Determina el área geográfica de influencia que será afectada por un impacto; en el presente caso se consideran:	**Regional:** Es la incidencia a nivel regional o provincial.
	Local: Es la incidencia a nivel local, recinto y/o parroquial.
	Puntual: Es la incidencia específica en un punto.
RECUPERABILIDAD	**Irreversible:** Si el elemento ambiental afectado no puede ser recuperado.
	Poco reversible: Señala un estado intermedio
	Reversible: Señala un estado donde el elemento ambiental afectado puede tener recuperación.
INTENSIDAD: Es el grado con el que un impacto altera a un determinado elemento del ambiente, por lo tanto está en relación con la fragilidad y sensibilidad de dicho elemento.	**Alta**
	Moderada
	Baja
DURACIÓN: Es la característica del efecto en función del tiempo.	**Permanente:** Si la permanencia del efecto continúa, aun cuando se haya finalizado la actividad.
	Temporal: Si se presenta mientras se ejecuta la actividad y finaliza al terminar la misma.
	Periódica: Si se presenta en forma intermitente mientras dure la actividad que los provoca.
RIESGO	**Alto:** Si existe la certeza de que un impacto se produzca y es real.
	Medio: La condición intermedia de duda de que se produzca o no un impacto.
	Bajo: Si no existe la certeza de que un impacto se produzca y por lo tanto es potencial**.**

Fuente: Adoptado Bioestadística de Patón 1994

TABLA 4.2-2
VALOR CUALITATIVO DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES

PARA LA MAGNITUD La magnitud de una interacción es su extensión o escala, y se describe mediante la asignación de un valor numérico que hace referencia a su cantidad física; es decir al tamaño del impacto	**Intensidad(i).-**Es el grado con el que un impacto altera a un determinado elemento del ambiente, por lo tanto está en relación con la fragilidad y sensibilidad de dicho elemento. La intensidad puede ser: Alta 3, Moderada 2 y Baja 1.
	Extensión€.-Determina el área geográfica de influencia teórica que será afectada por un impacto en relación con el entorno del proyecto, puede ser: **Regional 3:** La región del proyecto. **Local 2:** Aproximadamente 3 km **Puntual 1:** En el sitio, en el cual se ha realizado y su área de influencia directa definida anteriormente.
	Duración (d).- Se refiere al tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción, por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras, la duración es independiente de la reversibilidad. La duración puede ser: **Periódico. 3-** Si se presenta en forma intermitente mientras dure la actividad que los provoca. **Temporal 2:** Si se presenta mientras se ejecuta la actividad y finaliza al terminar la misma. **Permanente 1:** Si el efecto es continuo, aun cuando se haya finalizado la actividad.
LA IMPORTANCIA Se refiere a la calidad del impacto y por lo tanto se relaciona con las variables:	**Reversibilidad €** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto. **Reversible 3:** Si el elemento ambiental afectado puede volver a su estado similar al inicial. **Poco reversible 2:** Señala un estado intermedio. **Irreversible 1:** Si el elemento ambiental afectado no puede ser recuperado.
	Riesgo (g) Indica la posibilidad real o potencial de que una determinada actividad produzca un determinado impacto sobre un factor ambiental. **Alto 3:** Si existe la certeza de que un impacto se produzca y es real. **Medio 2:** La condición intermedia de duda de que se produzca o no un impacto. **Bajo 1:** Si no existe la certeza de que un impacto se produzca y por lo tanto es potencial.
	Extensión €.-Variable ya explicada anteriormente en la Intensidad.

Fuente: Adoptado Bioestadística de Patón 1994

Cabe recalcar que esta evaluación fue realizada para establecer los impactos que tienen los rellenos sanitarios tanto con residuos mezclados y con residuos separados. Las matrices que fueron empleadas en este análisis se encuentran desde el anexo 4 hasta el anexo 9.

Mediante la valoración de los impactos ambientales se puede concluir cuál es el factor ambiental que tiene más afectación por la construcción, operación-mantenimiento y cierre técnico de un relleno sanitario.

Dela observación de las matrices de identificación de impactos, correspondientes a cada uno de los rellenos con residuos sólidos mezclados y separados, en las tablas 4.2-3 y 4.2-4 detallan los datos obtenidos:

TABLA 4.2-3
INTERACCIONES AMBIENTALES EN CADA UNO DE LOS RELLENOS SANITARIOS

Relleno Sanitario	Interacciones Ambientales		
	Positivas	Negativas	Total
Residuos sólidos mezclados	66	121	**187**
Residuos sólidos separados	64	107	**171**

Elaboración: Gabriela Martínez

En un relleno sanitario con residuos sólidos mezclados se tiene un total de 187 interacciones de las cuales 121 son negativas y 66 positivas.

En un relleno sanitario con residuos sólidos separados se tiene un total de 171 interacciones de las cuales 107 son negativas y 64 positivas.

Se observa que existe un mayor número de impactos negativos cuando se emplea un relleno sanitario con residuos sólidos mezclados, lo cual nos indica que lo idóneo es manejar y establecer un modelo de gestión integral para lograr una separación diferenciada desde la fuente que permita separar los residuos sólidos y así poder disminuir los impactos negativos al medio ambiente.

TABLA 4.2-4
INTERACCIONES AMBIENTALES EN CADA UNO DE LOS RELLENOS SANITARIOS

Relleno Sanitario	Interacciones Ambientales			
	Componente Físico	Componente Biológico	Componente Social, Cultural y Estético	Total
Residuos sólidos mezclados	68	40	79	**187**
Residuos sólidos separados	60	37	74	**171**

Elaboración: Gabriela Martínez

A continuación se establece la tabla 4.2-5 con la respectiva valoración de impactos ambientales en cada tipo de relleno sanitario.

TABLA 4.2-5
VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN CADA RELLENO SANITARIO

Relleno Sanitario	Componente Físico				Componente Biológico			Componente Social, Cultural y Estético				
	Aire		Agua	Suelo	Flora		Fauna	Social			Cultural	Paisajístico
	Calidad del Aire	Ruido	Calidad del Agua	Calidad del Suelo	Diversidad y Abundancia	Especies Nativas	Especies	Seguridad Industrial	Salubridad	Generación de Empleo e Inversión	Componente Social	Cambio del Paisaje
Residuos sólidos mezclados	-10	-28	-41	-61	-39	-48	-43	11	7	64	16	-25
	-38		-41	-61	-87		-43	82			16	-25
	-140				**-130**			**73**				
Residuos sólidos separados	-6	-24	-28	-46	-26	-35	-30	18	11	62	14	-18
	-30		-28	-46	-61		-30	91			14	-18
	-104				**-91**			**87**				

Elaboración: Gabriela Martínez

Las actividades en un relleno sanitario tienen repercusiones en los factores ambientales, en especial en los componentes físicos.

El Suelo es el factor ambiental con mayor afectación negativa entre los componentes físicos, el cual tiene una afectación de su calidad debido a procesos erosivos que se derivan de las excavaciones, rellenado y compactado. Además de la disminución de la capacidad de infiltración del suelo, por el constante paso de maquinaria por el mismo.Este factor ambiental, después del cierre técnico del relleno, no podrá ser empleado en actividades productivas como la agricultura y la ganadería.

El Agua es otro factor ambiental que suele ser afectado sobre todo si se emplea un relleno sanitario con residuos mezclados, ya que la generación de lixiviados y su descarga a fuentes hídricas cercanas puede significar un cambio drástico en la calidad de la misma debido a que este lixiviado no tiene tratamiento o tiene un sistema de tratamiento deficiente, sobre todo si no existe un tratamiento adecuado de estos.

El Aire se ve afectado principalmente por el polvo y ruido que se generan en los procesos de construcción del sitio de disposición final, procesos de excavación y compactación. Al emplear un relleno sanitario con residuos mezclados, existen emisiones de gases debido al proceso de descomposición de materia orgánica que se encuentra mezclada en sitio de disposición final, provocando malos olores.

Dentro del componente biótico tenemos que la flora es el factor más afectado, producto del desbroce de vegetación que se produce durante la construcción del relleno sanitario. Así como para la apertura de nuevas celdas, se tendrán que cortar plantas y talar árboles.La fauna se verá afectada puesto que los árboles y arbustos que se localizan en el relleno sanitario pueden constituir fuente de alimento y/o refugio para ciertas especies.

El componente social presenta impactos positivos lo que se puede justificar debido al incremento de fuentes de trabajo referentes a los procesos del relleno sanitario.Tanto para un relleno sanitario con residuos sólidos mezclados y con residuos sólidos separados se requiere del uso del equipo de seguridad industrial y salud ocupacional.En un relleno sanitario con residuos sólidos mezclados existen más procesos para el aprovechamiento del mismo, por lo que se requiere un análisis del equipo de seguridad necesario para cada uno de estos procesos.

El componente paisajístico se ve afectado, por la construcción y operación del relleno sanitario. El valor escénico del sitio experimenta una disminución significativa.

Ciertos procesos en el relleno sanitario pueden causar enfermedades respiratorias a los operadores y a los pobladores aledaños, en este caso se debe emplear equipo de seguridad industrial que protejan las vías respiratorias.

De acuerdo a la matriz empleada se tienela tabla 4.2-6 con los datos correspondientes a cada GAD:

TABLA 4.2-6
VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN CADA GAD

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Fase Sitio de Disposición Final			Componente Físico				Componente Biológico			Componente Social, Cultural y Estético				
	Instalación / Construcción	Operación	Cierre	Aire		Agua	Suelo	Flora		Fauna	Social			Cultural	Paisajístico
				Calidad del Aire	Ruido	Calidad del Agua	Calidad del Suelo	Diversidad y Abundancia	Especies Nativas	Especies	Seguridad Industrial	Salubridad	Generación de Empleo e Inversión	Componente Social	Cambio del Paisaje
Sucumbíos	x	x		-34	-28	-48	-66	-50	-49	-49	7	-1	52	-2	-53
				-62		-48	-66	-99		-49	58			-2	-53
				-176				**-148**			**3**				
Santa Clara		x		-22	-21	-40	-42	-37	-37	-37	3	-5	41	6	-31
				-43		-40	-42	-74		-37	39			6	-31
				-125				**-111**			**14**				
C.J.A.Tola	x	x		-34	-28	-48	-66	-50	-49	-49	7	-1	52	-2	-53
				-62		-48	-66	-99		-49	58			-2	-53
				-176				**-148**			**3**				
Paquisha		x		-22	-21	-40	-42	-37	-37	-37	3	-5	41	6	-31
				-43		-40	-42	-74		-37	39			6	-31
				-125				**-111**			**14**				
Logroño		x		-22	-21	-40	-42	-37	-37	-37	3	-5	41	6	-31
				-43		-40	-42	-74		-37	39			6	-31
				-125				**-111**			**14**				

Elaboración: Gabriela Martínez

Se establecen los siguientes razonamientos de la tabla 4.2-6:

- Los GADs de Sucumbíos y C.J.A. Tola están en la fase de instalación/construcción del relleno sanitario pero operan con un botadero controlado y celda emergente respectivamente.
- Los GADs de Santa Clara, Paquisha y Logroño están en la fase de operación del relleno sanitario.
- Ningún municipio está en la fase de cierre del sitio de disposición final.
- Se puede observar que los GADs que están en la fase de instalación/construcción y operación tienen una mayor afectación al componente físico y biológico que los GADs que solo están en la fase de operación.
- En cuanto al componente social, los GADs que solo están en la fase de operación.Tienen una afectación positiva mayor a la de los GADs que están en la fase de instalación/construcción y operación.
- El componente suelo es el más afectado negativamente en los GADs de Sucumbíos y C.J.A. Tola, seguido de los componentes Aire y Agua.
- El componente Aire es el más afectado negativamente en los GADs de Santa Clara, Paquisha y Logroño seguido de los componentes Suelo y Agua.
- En todos los GADs el componente biológico flora tiene mayor afectación negativa que el componente fauna.
- Asimismo los GADs de Sucumbíos y C.J.A. Tola tienen una afectación negativa en el componente estético/paisajístico, en cambio respecto a la generación de empleo e inversión tienen una afectación positiva.
- Existen propiedades aledañas a los sitios de disposición final de cada GAD pero a pesar de las labores realizadas en los mismos, no existen quejas del funcionamiento de estos.

4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

El análisis económico es de gran importancia para los GADs pues de esta forma pueden encontrar las fugas de recursos y dar soluciones acorde a la realidad de cada uno de los mismos.

Para el análisis económico debemos tomar en cuenta todos los costos tanto de ingreso como de salida, para hacer un balance y con los mismos establecer algunos parámetros de importancia económica como:

- Relación Beneficio –Costo
- Establecer Costos por Tonelada de Residuo
- Establecer Costos por Número de Habitantes Atendidos
- Establecer Costos por Número de Familias

Para lo cual se establece la tabla 4.3-1 con el resumen de los costos de ingreso y salida en cada GAD.

TABLA 4.3-1

RESUMEN DE COSTOS DE INGRESO Y SALIDA DE CADA GAD ($/año)

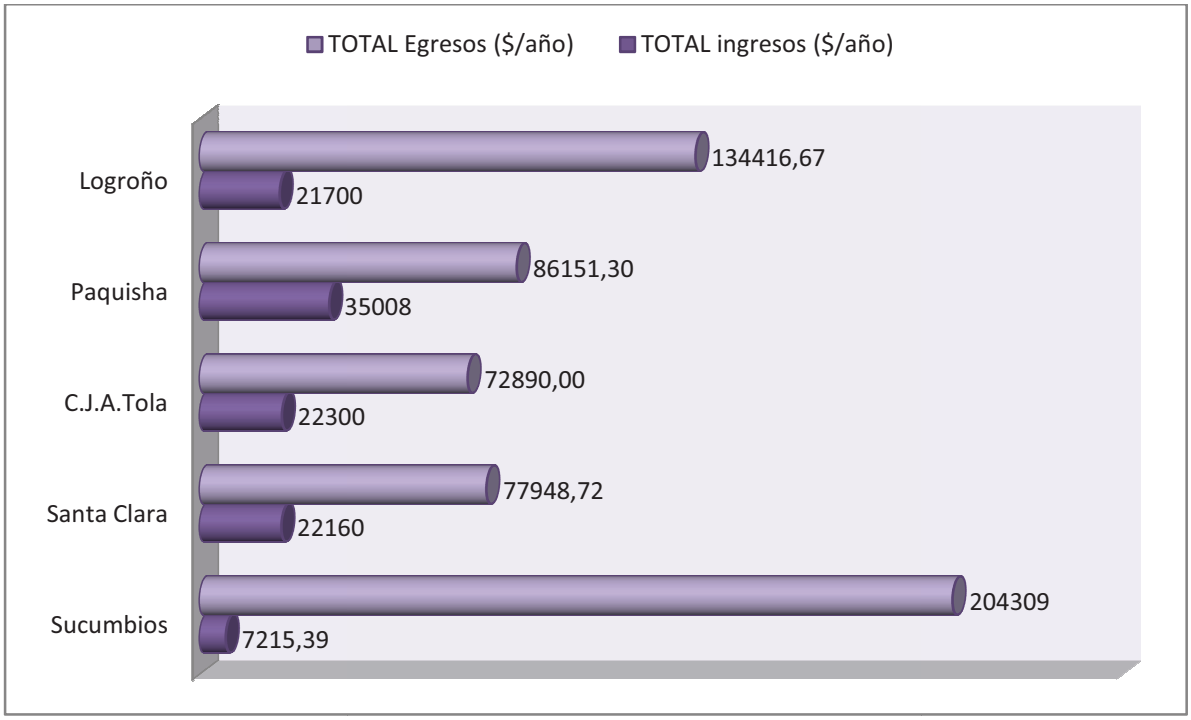
Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	TOTAL ingresos ($/año)	TOTAL Costos Operativos ($/año)	Total Inversiones ($/año)	TOTAL Costos de Estudios Amortizados ($/año)	TOTAL Egresos ($/año)
Sucumbíos	**7215,39**	195484,0	5950,0	2875,0	**204309,0**
Santa Clara	**22160,0**	57982,02	15766,7	4200,0	**77948,72**
C.J.A.Tola	**22300,0**	60465,0	9125,0	3300,0	**72890,0**
Paquisha	**35008,0**	57610,72	23450,0	5090,58	**86151,30**
Logroño	**21700,0**	118150,0	13650,0	2616,67	**134416,67**

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

La tabla 4.3-1 se la puede representar mediante la figura 4.3-1:

FIGURA 4.3-1
INGRESOS VS EGRESOS EN LOS GADs ($/año)



Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados
Elaboración: Gabriela Martínez

Se puede observar que los ingresos resultantes por recaudación de tarifas por el cobro de la misma en planillas de servicios básicos, la venta de sub productos recuperados y de compost, y los auspicios técnicos por parte de instituciones públicas y privadas; son muy inferiores a los egresos por costos operativos, de estudios, y de inversión.

En el GAD de Sucumbíos se tiene que los ingresos son menores que en los otros GADs, esto puede darse debido a que este GAD no realiza la separación diferenciada, lo que conlleva a que los materiales potencialmente reciclables y el compost se pierdan. Teniendo problemas en el sitio de disposición final, por la generación de lixiviados y malos olores, causado netamente por la mezcla de

residuos en el sitio y la falta de programas de clasificación domiciliaria así como de recolección diferenciada. Este GAD es al mismo tiempo el que mayor costo tiene por egresos.

En el GAD de Paquisha se tiene que los ingresos son mayores que en los otros GADs; este GAD tiene una buena gestión de residuos sólidos, ya que se han enfocado en un modelo de gestión con residuos separados. Esto tiene consecuencias buenas tanto para el ambiente como para las personas.
Los ingresos que tiene este GAD son por la venta de materiales reciclables y de compost.

El GAD de C.J.A. Tola es el que menor cantidad de egresos tiene con respecto a los otros GADs.

TABLA 4.3-2

PARÁMETROS ECONÓMICOS A EVALUAR

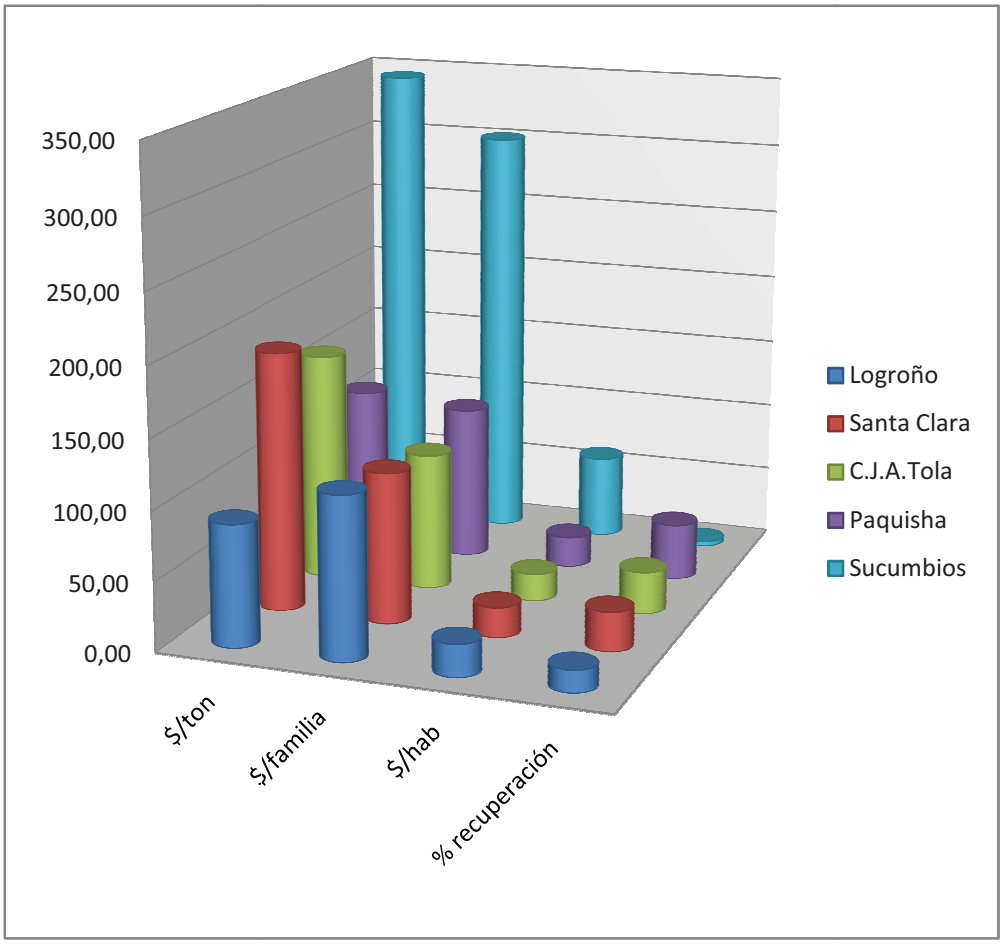
Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	TOTAL ingresos ($/año)	TOTAL Egresos ($/año)	Relación Beneficio - Costo	Costo Total / Ton	Costo / Total de Habitantes	Costo / Número de Familias
Sucumbíos	7215,4	204309,0	3,5	344,0	60,27	301,34
Santa Clara	22160,0	78348,7	28,3	188,2	21,98	109,89
C.J.A.Tola	22300,0	72890,0	30,6	165,2	19,89	99,47
Paquisha	35008,0	86151,3	40,6	117,8	22,35	111,77
Logroño	21700,0	134416,7	16,1	88,1	23,49	117,44
Promedio	**21676,678**	**115223,1**	**23,838**	**180,648**	**29,59595**	**147,98**

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

FIGURA 4.3-2

PARÁMETROS ECONÓMICOS MÁS SOBRESALIENTES EN CADA GAD



Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

La figura 4.3-2 representa gráficamente los parámetros económicos que se establecen la tabla 4.3-2 de la cual se tiene lo siguiente:

- En Promedio se tiene que el ingreso anual es de 21676.68 $/año mientras que el egreso anual es de 115143.14 $/año.
- En promedio se establece que el porcentaje de recuperación está en un 23.87%.

- El GAD de Sucumbíos tiene el menor porcentaje de recuperación con el 3.53%.
- El GAD de Paquisha tiene el mayor porcentaje de recuperación con el 40.64%.
- En promedio se establece que el costo por tonelada de residuos es de 180.46 $/ton.
- El GAD de Sucumbíos tiene el mayor costo por tonelada de residuos con 344 $/ton.
- El GAD de Logroño tiene el menor costo por tonelada de residuos con 88.15 $/ton.
- En promedio se establece que el costo por el número de habitantes es de 29.57 $/habitante.
- El GAD de Sucumbíos tiene el mayor costo por el número de habitantes es de 60.27 $/habitante.
- El GAD de C.J.A. Tola tiene el menor costo por el número de habitantes es de 19.89 $/habitante.
- En promedio se establece que el costo por familia es de 147.87 $/familia.
- El GAD de Sucumbíos tiene el mayor costo por familia es de 301.34 $/familia.
- El GAD de C.J.A. Tola tiene el menor costo por familia es de 99.47 $/familia.

Suponiendo una operación óptima, se debe establecer un análisis basado en la eficiencia económica para lo cual se pretende reducir los costos operativos en específico en el número de personal disponible para la gestión.

Las siguientes recomendaciones están basadas en estimaciones, por lo cual se recomienda que cada GAD establezca datos reales de la situación operativa para establecer el número óptimo de trabajadores que operen en la gestión de residuos sólidos.

- Si el rendimiento en el relleno sanitario es de 1.5 ton/persona y se produce en promedio 3 ton/día tenemos:

$$Nª\ Personal = {Producción}/{Rendimiento}$$

$$Nª\ Personal = {3\ ton/persona}/{1.5\ ton/día}$$

$$Nª\ Personal = 2\ personas$$

- Si existen en promedio 1200 metros de calles asfaltadas y el rendimiento es de 300 metros por persona tenemos:

$$Nª\ Personal = {Metros\ recorridos}/{Rendimiento}$$

$$Nª\ Personal = {1200\ metros}/{300\ metros/persona}$$

$$Nª\ Personal = 4\ personas$$

- Si opera un vehículo, máximo debe operar con 3 ayudantes que realizarían la recolección y el chofer.
- La Administración de la gestión de residuos sólidos la podrían realizar un máximo de 2 personas.
- Para el tratamiento de residuos orgánicos se establece 1 persona, debido a que las composteras necesitan volteo periódico del material.
- En total el número máximo de personal no debería exceder de 13 individuos.

Se tiene a continuación la tabla 4.3-3 que resume el número de personal recomendado para la gestión integral de residuos sólidos.

TABLA 4.3-3

NÚMERO DE PERSONAL RECOMENDADO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	NÚMERO DE PERSONAL QUE DEBERÍA LABORAR EN LA GRS						
	Administrativo	Barrido y Limpieza	Recolección	Transporte	Tratamiento	Disposición Final	Total del Personal
	1	4	3	1	1	2	12

Elaboración: Gabriela Martínez

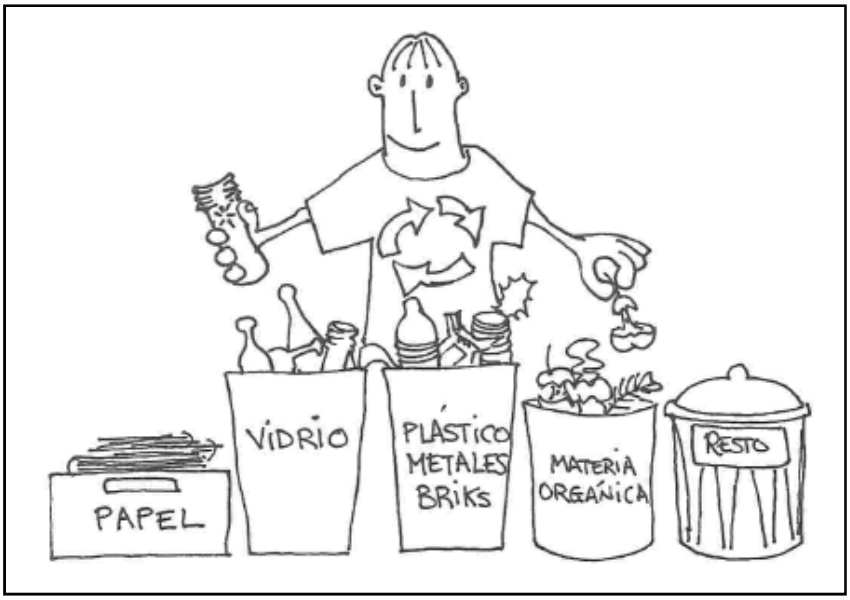
Los GADs de Logroño y Sucumbíos deberían realizar un ajuste de personal ya que exceden el número recomendado, sin embargo se deben establecer cifras reales para poder saber el número de trabajadores que se necesitan para cada operación.

Sin embargo a pesar de una reducción notable en los costos operativos el costo total de los egresos para la gestión de residuos sólidos sigue siendo elevado. Esto está en función de la incidencia de los otros costos, pues los costos de inversión y de estudios realizados siguen siendo altos.

4.4 MODELO ÍNTEGRAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es importante establecer un modelo de gestión de residuos sólidos para los GADs, que aproveche el material generado para futuras actividades, es por esto que el modelo a proponer es el que realiza separación en la fuente.Este modelo permite la separación de subproductos con valor de uso o comercial, de tal forma que no se contaminen por la mezcla de los mismos. La figura 4.4-1 muestra un gráfico representativo de la separación en la fuente.

FIGURA4.4-1
GRÁFICO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE



Fuente:GRAMA, 2005

Para que este modelo funcione y tenga resultados positivos, se debe contar con la participación de la población involucrada teniendo en cuenta las siguientes acciones:

- Rechazar
- Reducir

- Re usar
- Reciclar
- Recuperar

Al aplicar las 5R`s podemos obtener resultados favorables tanto para el ambiente como para la sociedad. El tener programas de educación ambiental para la población es de suma importancia para que el proceso de gestión integral de residuos sólidos funcione, y se cree en la gente una consciencia social ambiental, con la que puedan entender que las acciones individuales pueden afectar de forma notoria a nuestro planeta.

Lo que implica asumir una responsabilidad social para la población presente y futura.

Para la investigación se establece un modelo llamado de GESTIÓN LIMPIA en el cual los siguientes procesos son necesarios para su realización:

- Gestión de Residuos Orgánicos

    1. Alimento para animales domésticos
    2. Lombricultura
    3. Compostaje Aerobio

- Gestión de Residuos Inorgánicos

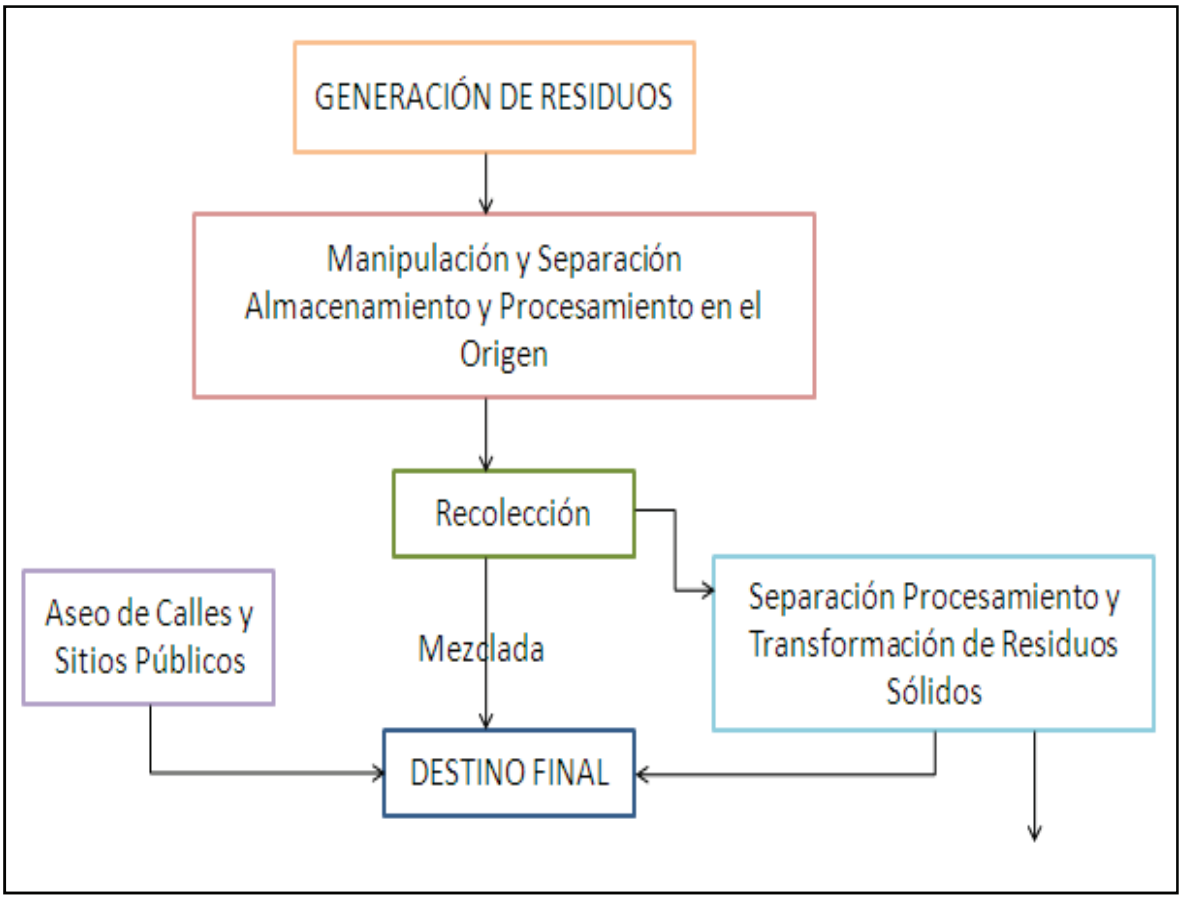
    1. Reciclaje
    2. Sitio de Acopio
    3. Relleno Sanitario Municipal

Se deben determinar los elementos funcionales (figura 4.4-2) del sistema de residuos sólidos, así como la independencia entre ellos, para determinar las líneas de acción donde pueden incluirse conceptos de producción limpia.

(Muñoz, 2007)

FIGURA4.4-2

ELEMENTOS FUNCIONALES



Fuente: Muñoz, 2007

Elaboración: Gabriela Martínez

La gestión de residuos sólidos puede generar situaciones conflictivas, sea por deficiencia del sistema, tarifas, participación limitada de la comunidad entre otros,

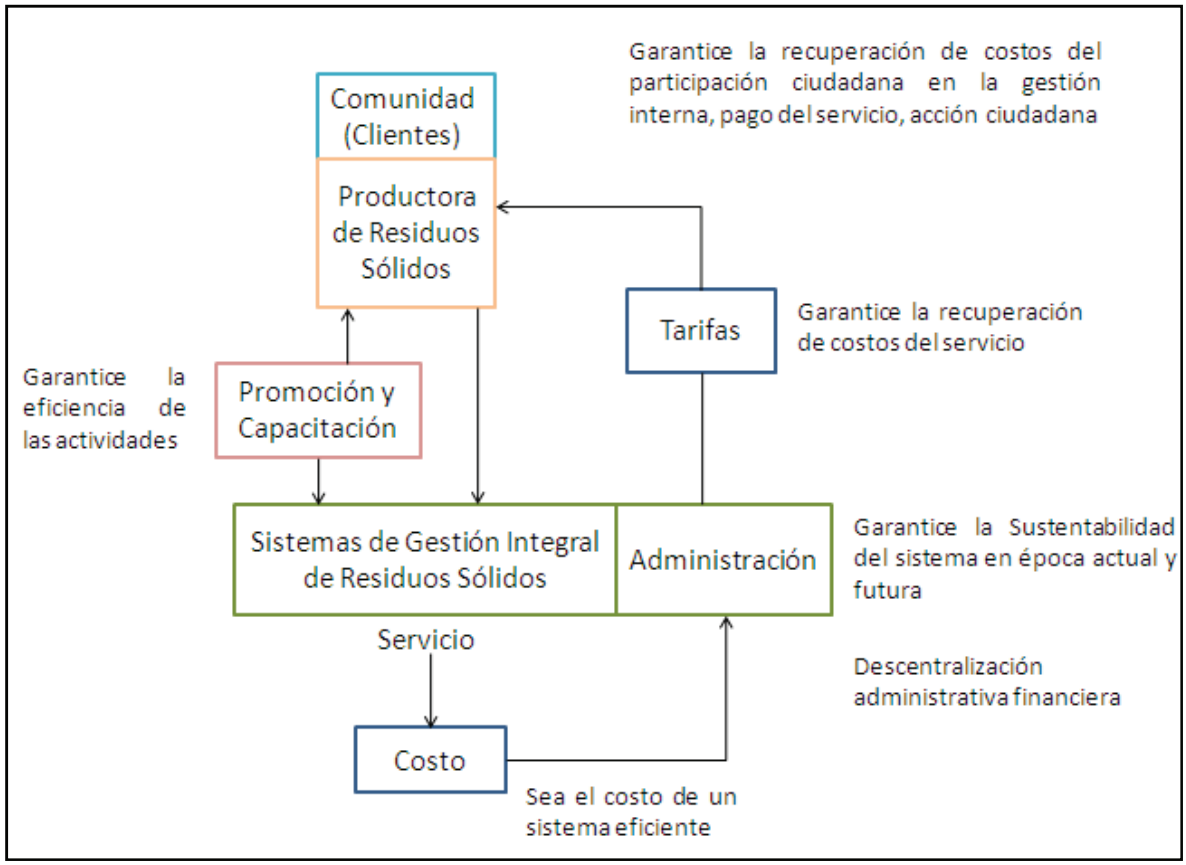
por lo que se considera necesario identificar la interrelación de actores para establecer obligaciones y responsabilidades.

(Muñoz, 2007)

A continuación se presenta la figura 4.4-3 la que identifica mediante un diagrama la interrelación de actores.

FIGURA4.4-3

INTERRELACIÓN DE ACTORES



Fuente: Muñoz, 2007

Elaboración: Gabriela Martínez

4.5 MANUAL DE DISEÑO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LOS GADs

La generación de residuos y su posterior disposición son fundamentales para minimizar cualquier tipo de impacto que podría surgir en los sitios de disposición final por un manejo inadecuado de los residuos.

Por tal motivo se presentan al compostaje aerobio así como la lombricultura como alternativas de gestión para residuos orgánicos generados en los GADs, cuyos subproductos pueden utilizarse en diferentes actividades productivas relacionadas con el recurso suelo.

4.5.1 ALIMENTACIÓN ANIMAL

Gran cantidad de los residuos orgánicos generados por las comunidades de los GADs, se emplean para la alimentación de animales domésticos de consumo humano.De esta forma se fomenta el aprovechamiento productivo de dichos residuos donde se debe tener en cuenta que dichos residuos contienen porcentajes de humedad altos lo cual podría dificultar el almacenamiento o producir problemas de fermentación o descomposición de los mismos.

Este proceso debe tener una planificación adecuada para que los residuos orgánicos puedan servir como un complemento importante en la alimentación animal.

Es necesario conocer el tipo de residuos que se disponen, su cantidad y el tiempo de generación de estos.

(Tipán-Yánez, 2011)

4.5.2 LOMBRICULTURA

La crianza de lombrices domésticas ayuda a la obtención de abono con alto contenido de nutrientes, de origen animal y vegetal. En la foto 4.5-1 se observa la estación de lombricultura del GAD de Paquisha.

FOTO4.5-1

ESTACIÓN DE LOMBRICULTURA GAD PAQUISHA

El producto que se obtiene mediante este proceso se denomina “humus” el mismo que está enriquecido con microorganismos y enzimas nitrogenadas; además de poseer fosforo, potasio y otros micronutrientes. Existen algunas ventajas de la lombricultura entre las que están las siguientes:

- Ayuda al desarrollo de la micro fauna y la micro flora
- Aporte de elementos nutricionales para el suelo
- Favorece la absorción de nutrientes por medio de las raíces
- Aumenta la capacidad de absorción del agua
- Mejora las características del suelo

Se deben tomar en cuenta parámetros físicos y químicos para establecer a las lombrices en condiciones favorables tanto para su reproducción, como para la generación de humus.

1. *Temperatura:* La óptima del medio de cultivo debe oscilar entre 15 a 25ªC.
2. *Humedad:* Debe estar entre el 80 y 85%.

(Martínez, 1996)

4.5.3 COMPOSTAJE AEROBIO

El compost es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición aerobia de la materia orgánica, la cual se biodegrada por acción de microorganismos.

El compostaje se puede definir como una técnica en donde la materia orgánica es descompuesta de forma controlada, imitando los procesos naturales de fermentación termófila para la producción de humus, lo cual trae como resultado un producto que se emplea para abonar suelos y plantas.

(Kiely. 1999)

Un programa municipal de compostaje debe estar planificado, tener personal capacitado para la operación de la estación de compostaje y recursos económicos suficientes para su ejecución.

Este proceso tiene algunas propiedades beneficiosas como:

- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Reducción de la erosión del suelo.
- Incremento de la retención de humedad.
- Incremento de la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

(Muñoz, 2008)

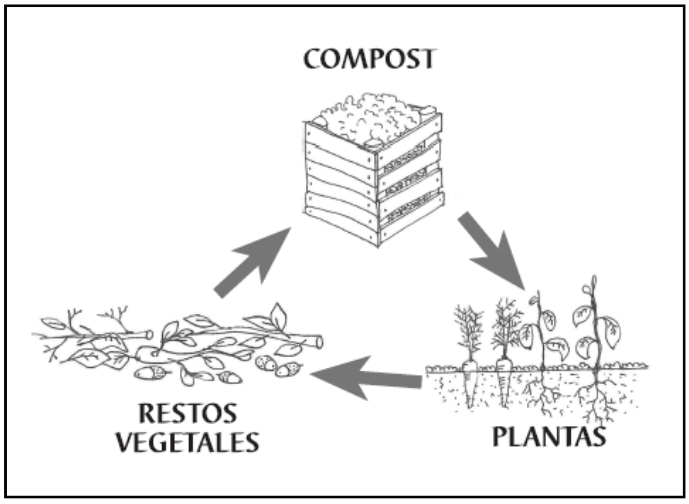
El proceso de compostaje consiste en la biodegradación de la materia orgánica mediante oxidación por la acción de distintos organismos presentes en los propios residuos o por inoculación de organismos especiales.

$$M.O + NH_3 + Nutrientes + O_2 \xrightarrow{B.Aerobias} CO_2 + H_2O + SO_4 + calor + NH_3^- + Materia\ Estable$$

(Muñoz, 2008)

FIGURA4.5-1

GRÁFICO SIMPLIFICADO DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE



Fuente:GRAMA, 2005

El compostaje presenta las siguientes fases:

- *Primera Fase*
  Los microorganismos mesófilos convierten los azúcares, carbohidratos, almidones, y proteínas en ácidos orgánicos simples.
- *Segunda Fase*
  Las bacterias, hongos y actinomicetos convierten los ácidos orgánicos en anhídrido carbónico y vapor de agua, con generación de calor.
- *Tercera Fase*

> Microorganismos mesófilos y termófilos degradan la materia orgánica restante.
>
> (Muñoz, 2007)

Existen algunos factores que deben tomarse en cuenta para la elaboración de compostaje como son los siguientes:

1. *Tamaño de la Partícula*

   Para resultados óptimos el tamaño de los residuos debe ser menor a 10mm.

2. *Temperatura*

   La temperatura al inicio del proceso debe de estar alrededor de los 30ªC.

   La temperatura en la etapa final debe ser mayor a 50ªC, para tener mejores resultados.

   Al tener temperaturas mayores a 66ªC, la actividad biológica se reduce significativamente.

3. *pH*

   Debe de estar en un rango de 7 a 7.5.

   El incremento del pH puede provocar la pérdida de nitrógeno en forma amoniacal.

4. *Humedad*

   Debe estar entre 50 y 60% durante el proceso de compostaje.

   El exceso puede producir compactación de materiales, falta de aireación, por lo que se produce putrefacción y por ende lixiviados.

   La falta de humedad disminuye la actividad de los microorganismos con lo que el proceso se retarda.

5. *Aireación*

Debajo del 10% se establecen condiciones anaeróbicas.

La concentración óptima se encuentra entre el 5% y el 15% en volumen de O_2.

Excesiva aireación deseca los restos, mientras que la insuficiencia producirá putrefacción, lixiviados y malos olores.

6. *Mezcla y Volteo*

   El volteo es necesario para la aireación, homogenización de la mezcla y tener una temperatura uniforme.

   Cada volteo puede conseguir la disminución de temperatura entre 5 y 10ªC.

   Para evitar el secado es necesario realizar el volteo.

7. *Relación C/N*

   Esta relación nos indica la proporción relacionada entre la energía representada por el Carbono y los niveles de nutrientes representados por el Nitrógeno.

   Un adecuado proceso de compostaje, al inicio, debe tener una relación de C/N menor a 30.

   En la etapa intermedia esta relación debe estar alrededor de 20.

   Y en la etapa final esta relación debe ser menor a 15.

8. *Relación sólidos volátiles y sólidos totales*

   Para que los residuos sean estables se necesita una relación SV/ST menor a 0.3 en el compost.

9. *Control de Variables Climáticas*

   Se debe tomar en cuenta que las pilas de compost deben estar bajo cubierta para que no se incremente la humedad.

(Tchobanoglous, 1994; Muñoz, 2007)

4.5.3.1 Diseño de la Pila y la Estación de Compostaje

Para la realización del diseño tanto de la pila como de la estación de compostaje se tomaron en cuenta diferentes datos cuantitativos adquiridos en campo y en base a la encuesta realizada con posterioridad.

Para lo cual son necesarios los siguientes datos:

- Peso específico aparente
- Cantidad de residuos generada en cada GAD
- Tiempo de retención

La cantidad de materia orgánica producida diariamente por la población es un dato muy importante para la realización del dimensionamiento tanto de la pila como del área de la estación de compostaje.

Para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$Peso\ Específico\ Aparente = \frac{Peso\ Residuo\ (Kg)}{Volumen\ residuo\ (m^3)}$$

Para el cálculo del peso específico se realizó una medición en campo cuya metodología fue pesar en una balanza un recipiente de un volumen de 6 litros, lleno de materia orgánica.

$$Peso\ Específico\ Aparente = \frac{3.5}{0.006} = 583.3\frac{kg}{m^3}$$

$$Peso\ Específico\ Aparente = 0.58\ \frac{ton}{m^3}$$

En la foto 4.5-2 se observa la operación que se realizó para el cálculo del peso específico aparente de los residuos orgánicos.

FOTO4.5-2

OPERACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO APARENTE DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

La Unidad de Compostaje, es la masa de residuos que nos permitirá la conformación de la pila.

$$Volumen\ (m^3) = \frac{Cantidad\ de\ residuos\ generada\ {}^{ton}/_{mes}}{Peso\ Específico\ Aparente\ {}^{ton}/_{m^3}}$$

$$Volumen\ (m^3) = \frac{12.70\ {}^{ton}/_{mes}}{0.58\ {}^{ton}/_{m^3}} = 21.89\ {}^{m^3}/_{mes}$$

En la tabla 4.5-1 se establece la cantidad de residuos sólidos orgánicos en cada GAD y el volumen que ocupan.

TABLA4.5-1

CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN CADA GAD VS EL VOLUMEN

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Cantidad de desechos orgánicos Generados (Ton/día)	Cantidad de desechos orgánicos Generados (Ton/semana)	Cantidad de desechos orgánicos Generados (Ton/mes)	Volumen (m3)
Sucumbíos	0,94	6,61	28,31	48,816
Santa Clara	0,42	2,96	**12,70**	**21,892**
C.J.A.Tola	0,56	3,90	16,71	28,819
Paquisha	0,90	6,31	27,06	46,647
Logroño	2,72	19,02	81,52	140,55
Promedio	**1,11**	**7,76**	**33,26**	
Volumen	**1,91**	**13,38**	**57,34**	

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados; Sztern et, 1999

Elaboración: Gabriela Martínez

Se considera como unidad de compostaje a la cantidad de residuos generados (masa), y su volumen correspondiente.

Tiempo de Compostaje (Tc).- es el tiempo transcurrido desde la conformación de la pila hasta la obtención del compost estable; este varía dependiendo de las características de los residuos a compostar y las condiciones climatológicas.

Se establece un tiempo de retención de 60 días, para una temperatura de alrededor de los 30ªC en una zona tropical.

(Muñoz, 2008)

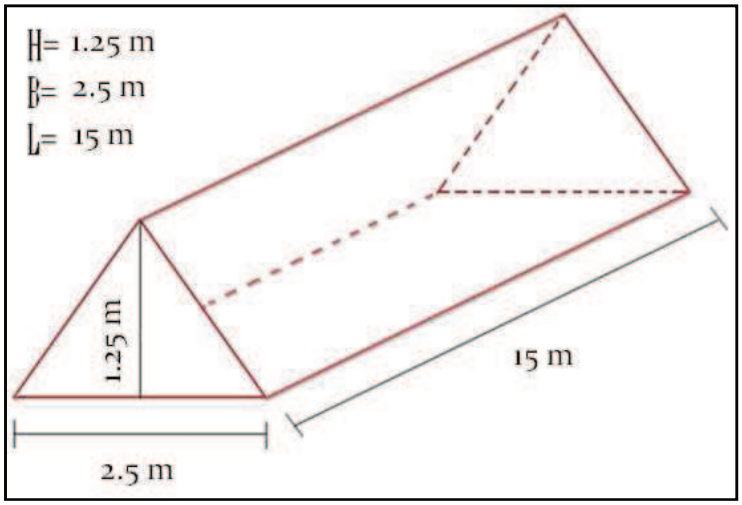
Para la elaboración del diseño se considerarán los datos del GAD con mejor Gestión de Residuos Sólidos en comparación con los otros GADs, GAD de Santa Clara.

$$Peso\ de\ material\ orgánico\ GAD\ Santa\ Clara = 12.7\ {}^{ton}/_{mes}$$

$$Volumen = 21.9\ m^3$$

FIGURA 4.5-2

DIMENSIONES DE LA PILA DE COMPOSTAJE AEROBIO



Elaboración: Gabriela Martínez

La figura 4.5-2 muestra las dimensiones aproximadas de la pila de compostaje.

La conformación de la pila se realizará mensualmente, lo que significa que se ocupará un área de 37.5 m^2 para un tiempo de retención de 60 días.

$$A\ base = B * L$$

$$Abase = 2.5\ m * 15\ m$$

$$Abase = 37.5\ m^2$$

$$Vol\ pila = A\ triángulo * L$$

$$Vol\ pila = \frac{2.5m * 1.25m}{2} * 15m$$

$$Vol\ pila = 23.4\ m^3$$

Se establecen 3 pilas, para el proceso de compostaje. El número de pilas dependerá del volumen que ocupe el material orgánico generado por cada uno de los GADs.

$$A\ pilas = Abase * \#de\ pilas$$

$$Apilas = 37.5\ m^2 * 3$$

$$A\ pilas = 112.5\ m^2$$

El área necesaria para la instalación de las 3 pilas es de 112.5 m^2.

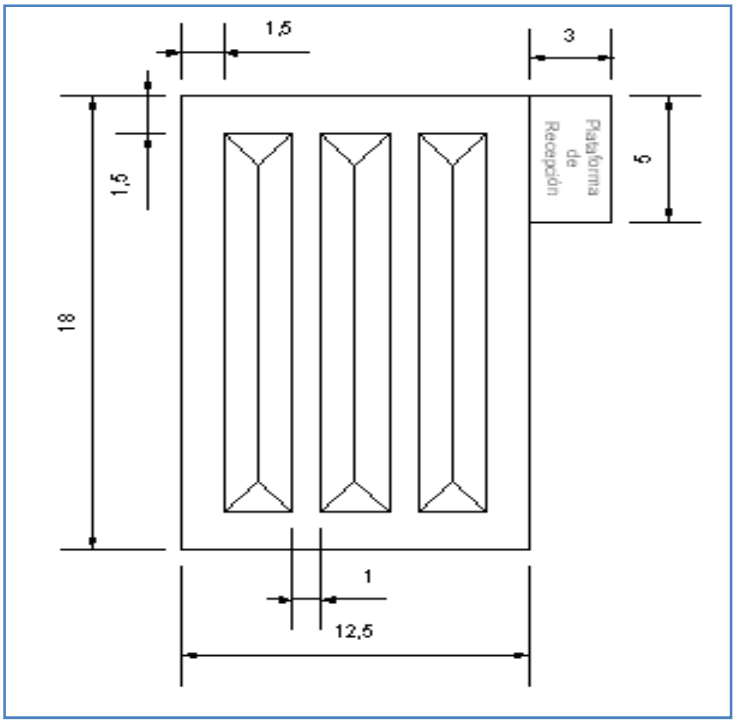
Se debe considerar el espacio que hay entre cada pila, cuyas dimensiones serán de 1m.

Además de una estación o planta de recepción del material orgánico a tratar; algunos GADs poseen triturador/picadora pero en el sitio de disposición aún no posee la energía eléctrica necesaria para su funcionamiento, por lo que se recomienda realizar el proceso de picado de forma manual con operarios capacitados.

Se detallan el dimensionamiento de la estación de compostaje en la figura 4.5-3.

FIGURA 4.5-3

DISEÑO DEL ÁREA DE LA ESTACIÓN DE COMPOSTAJE



Elaboración: Gabriela Martínez

$$A\ estación = 12{,}5\ m * 18\ m$$

$$A\ estación = 225 m^2$$

$$A\ plataforma = 3\ m * 5\ m$$

$$A\ plataforma = 15 m^2$$

$$A\ total = A\ estación + A\ plataforma$$

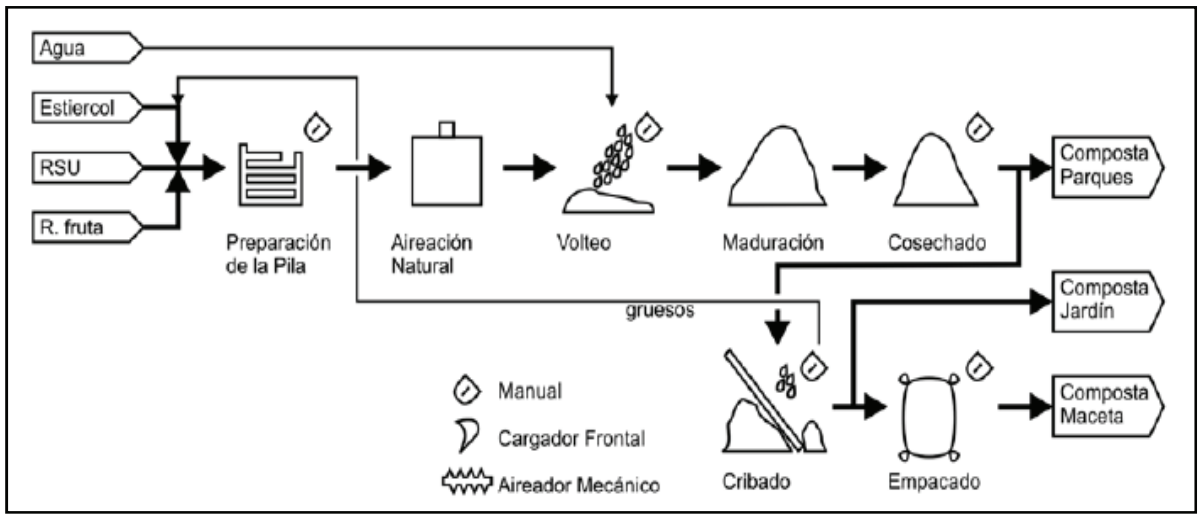
$$A\ total = 225\ m^2 + 15 m^2$$

$$A\ total = 240m^2$$

A continuación se puede observar en la figura 4.5-4, el diagrama de una estación de compostaje manual que puede servir de referencia para la operación de las plantas en cada uno de los GADs

FIGURA 4.5-4

DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA ESTACIÓN DE COMPOSTAJE MANUAL



Fuente: Rodríguez-Córdova, 2006

La cancha de compostaje debe ser de concreto con 10 cm de altura a nivel del suelo, con una mínima inclinación para facilitar el desagüe del agua producto del riego de las pilas y su posterior recolección.

La planta de compostaje debe estar bajo techo para evitar la inundación de las pilas, debido a las aguas lluvia.

(Tipán-Yánez, 2011)

La foto 4.5-3 detalla la cubierta y cancha de concreto empleadas por el GAD de Santa Clara para la planta de compostaje.

FOTO 4.5-3

CUBIERTA Y CANCHA DE CONCRETO PARA LA PLANTA DE COMPOSTAJE DEL GAD SANTA CLARA

El abono resultante de la planta de tratamiento de residuos orgánicos es fundamental ya que los GADs estudiados son potencialmente agrícolas, lo cual fomentaría el empleo de abono orgánico en vez abonos químicos y artificiales que podrían dañar las propiedades del suelo. Se tiene como ejemplo al GAD de Sucumbíos que es gran productor de tomate de árbol.

Los GADs de Logroño y Paquisha emplean este abono en parques y parters

El GAD de C.J.A. Tola posee una granja municipal la cual emplea el abono que producen en su compostera.

Para tener una gestión íntegra de los residuos sólidos también se deben tomar en cuenta parámetros importantes como:

- El almacenamiento temporal de residuos sólidos.
- El barrido público
- Recolección

1. *Almacenamiento Temporal*

Los GADs emplean actualmente recipientes retornables para el almacenamiento de residuos sólidos, que fueron entregados por parte del MAE. Los recipientes son diferenciados por su color con lo que se pretende que la población separe desde la fuente los residuos orgánicos de los inorgánicos.

Para el determinar el dimensionamiento del recipiente se realizan las siguientes operaciones:

- Se establece una tasa per cápita promedio de 0.48 kg/hab.día.
- Se tiene un promedio de 5 individuos por familia.
- Y la densidad compactada de basura es de 500 kg/m^3.

$$Cantidad\ de\ residuos/familia = ppc * promedio\ de\ individuos/familia$$

$$Cantidad\ de\ residuos/familia = {}^{0.48\ kg}/_{hab.\,día} * {}^{5\ hab}/_{familia}$$

$$Cantidad\ de\ residuos/familia = {}^{2.38\ kg}/_{familia.\,día}$$

$$Volumen\ de\ residuos/familia = \frac{Cantidad\ de\ residuos/familia}{densidad\ compactada\ de\ basura}$$

$$Volumen\ de\ residuos/familia = \frac{2.38\ {kg}/{familia.día}}{500\ {kg}/{m^3}}$$

$$Volumen\ de\ residuos/familia = 0.00476\ {m^3}/{familia.día}$$

$$Volumen\ de\ \frac{residuos}{familia} = \frac{0.00476\ m^3}{familia.día} * \frac{1000L}{m^3}$$

$$Volumen\ de\ residuos/familia = {4.76L}/{familia.día}$$

Se requiere un recipiente de 5 litros de capacidad aproximadamente para el almacenamiento de residuos sólidos inorgánicos y otro de la misma capacidad para el almacenamiento de residuos sólidos orgánicos. El recipiente puede ser de metal (figura 4.5-5) o de plástico duro retornable.

FOTO 4.5-4

DIMENSIONAMIENTO DE UN RECIPIENTE DE 5 LITROS DE CAPACIDAD

Las poblaciones rurales alejadas deben emplear un sitio de acopio apropiado de residuos sólidos inorgánicos, mas no de residuos orgánicos pues estos se emplean en diferentes actividades como es la alimentación animal y la producción de abono orgánico.

2. *Barrido Público*

El barrido público debe efectuarse en sitios donde exista tráfico peatonal y vehicular; deben existir sitios de acopio temporales (tachos públicos) para luego ser recogidos por el camión recolector y llevados al sitio de disposición final.

Los tachos públicos podrían ser diferenciados para evitar la mezcla de residuos orgánicos con inorgánicos.

Se debe de dotar del equipo de seguridad personal para las personas encargadas del barrido así como insumos que faciliten su labor, así como palas, escobas entre otros.

3. *Recolección*

La gestión integral de residuos sólidos requiere que exista una recolección diferenciada de los residuos generados por una población. Se deben establecer días de recolección de residuos inorgánicos, orgánicos, y hospitalarios, ya que la mezcla de los residuos pueden provocar muchos problemas tanto a nivel social como ambiental.

Por lo que se debe de proporcionar el equipo de seguridad personal adecuado para el personal que realiza esta labor, además de capacitar previamente sobre manejo de residuos peligrosos y su correcta manipulación y disposición.

4.6 MANUAL DE DISEÑO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS EN LOS GADs

Los residuos sólidos cuyo destino final es el relleno sanitario manual, requieren ser solo inorgánicos para evitar la generación de lixiviados y biogás generados por los residuos orgánicos. Los GADs requieren un sitio de disposición final adecuado para materia inorgánica, además se debe promover la reutilización y el reciclaje de materia prima.

4.6.1 RECICLAJE

Es una actividad donde se recuperan desechos sólidos para su reintegración en el ciclo económico, existen beneficios ambientales subsecuentes de esta actividad, de los cuales pueden favorecerse cada uno de los GADs.

Para que un proyecto de reciclaje tenga éxito se deben tomar en cuenta las siguientes características:

- Volumen de Residuos
- Tipo de Residuo
- Costos de inversión inicial, operación y mantenimiento del sistema de reciclaje
- Uso y demanda de productos reciclados
- Precio de productos reciclados

Además de tomar en cuenta aspectos de sostenibilidad económica que garanticen los beneficios de forma permanente, sobre todo a las personas netamente involucradas.

(Tipán-Yánez, 2011)

Un esquema de manejo integrado de los residuos sólidos considera al reciclaje como una acción más socialmente deseable que la disposición masiva de desechos en rellenos sanitarios. Pocas ciudades latinoamericanas poseen políticas y programas que promuevan el reciclaje.

Las actividades de reciclaje constituyen una fuente importante de ingresos para cierto número de personas, suministran materias primas de bajo costo a la industria y disminuyen la cantidad de residuos que deben recogerse, transportarse disponerse en los sitios de disposición final.

La creación de cooperativas de reciclaje deberá tener el apoyo de los GADs para que la operación de las mismas sea eficiente y se tengan beneficios económicos, sociales y ambientales. La difusión de experiencias en cuestión al reciclaje se debe realizar mediante programas de educación ambiental, no sólo para los recicladores sino a la población en general; con lo cual se pretende crear consciencia de los posibles impactos que sufren tanto el ambiente como el ser humano al seguir fomentando la cultura de consumismo.

Esto da a entender que las cooperativas de recicladores pueden ser un medio para promover la disminución de impactos ambientales negativos de los procesos de producción y consumo de forma que ayude a resolver el problema del manejo de residuos sólidos de forma económicamente viable, socialmente deseable y ambientalmente adecuada.

El reciclaje puede contribuir en el logro de un desarrollo sostenible.

(Medina, 1999)

4.6.2 SITIO DE ACOPIO

Sitio donde se almacenan los residuos inorgánicos recuperados reciclables por tipo para su posterior aprovechamiento y/o comercialización.

Este sitio de acopio debe poseer contenedores para cada uno de los residuos a recolectar, en donde se especifiquen en tableros informativos la manera adecuada de disponerlos en los mismos.
Existen ventajas de los sitios de acopio como:

- Generación de empleo
- Reducción del volumen de los residuos recolectados
- Aumento de la vida útil del relleno sanitario

4.6.3 RELLENO SANITARIO MANUAL

El RSM es una técnica para la disposición final de residuos sólidos en el suelo que disminuye las molestias y peligro para la salud y seguridad pública y del medio ambiente durante su operación y etapa final o clausura.

El término manual significa que la compactación y el confinamiento de los residuos se la realiza sin maquinaria, en reemplazo se requiere de recursos humanos y herramientas como compactadores manuales.

(Muñoz, 2008)

Esta técnica emplea principios de ingeniería para el confinamiento de residuos inorgánicos en un área lo más pequeña posible, cubriendo la misma, con capas de tierra diariamente así como la compactación para la reducción de volumen.

La planificación inicial desarrollará las bases para las diferentes actividades a cumplir, tales como:

- Selección del sitio
- Diseño y construcción

- Operación y mantenimiento
- Información básica sobre la población
- Calidad y cantidad de desechos sólidos a disponer
- Uso futuro del terreno una vez que se efectúe el cierre técnico del relleno
- Asesoría profesional
- Financiamiento de estudios
- Rubros para la operación y mantenimiento del relleno
- Rubros para la adquisición del terreno
- Rubros para el diseño y construcción del relleno

(CEPIS-BS/OPS, 2007)

Se establece para el modelo de gestión de residuos sólidos inorgánicos un relleno sanitario en trincheras, que consiste en excavar periódicamente zanjas de 2-3 metros de profundidad con una retroexcavadora o cualquier maquinaria disponible, la tierra de la excavación se reserva para el recubrimiento de los residuos sólidos.
El terreno para la realización de la trinchera debe ser de preferencia con pendiente.

Los residuos sólidos inorgánicos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego ser compactados y recubrirlos con la tierra excavada.

Se debe construir canales perimétricos de recolección de agua lluvia para evitar la inundación de la zanja, estos canales sirven para captación, desvío e inclusive como dotación a las zanjas de drenajes internos.

(Muñoz, 2008)

Existen aspectos preliminares para el diseño de la celda diaria, como la determinación de las cantidades y características de los residuos sólidos por disponer, con datos actuales y proyectados.

Así también como otros aspectos importantes como:

- Levantamiento topográfico
- Análisis de suelo
- Recopilación de información hidrológica
- Recopilación de datos climatológicos
- Identificación y Evaluación de la Regulación

Cada uno de los GADs debe poseer dicha información para poder realizar la construcción de la celda diaria, sin tener problemas a futuro.
Se deben establecer previamente vías de acceso al sitio de disposición final, además de un sistema de drenaje de aguas lluvias y la impermeabilización del relleno.

(Muñoz, 2008)

Para el diseño de la celda de residuos sólidos, se necesitan los siguientes datos:

- Población inicial
- Tasa de Crecimiento Anual
- Tasa Per cápita
- Porcentaje de Materia Orgánica
- Años de Vida útil del sitio de disposición final
- Densidad compactada de basura (ton/m^3)
- Porcentaje de Cobertura

Para el cálculo de la población futura se emplea la siguiente fórmula:

$$Pf = Po * (1 + {}^{t}/_{100})^{n}$$

En donde:

$Pf = Población\ futura$

$Po = Población\ inicial$

$t = tasa\ de\ crecimiento\ anual$

$n = número\ de\ años$

En el GAD de Sucumbíos, para el año 2015 se tienen los siguientes datos:

$$Pf = Po * (1 + {}^{t}/_{100})^{n}$$

$$Pf = 3390 * (1 + {}^{1.9}/_{100})^{5}$$

$$Pf = 3724.52\ habitantes$$

TABLA 4.6-1

CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD SUCUMBÍOS. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS.

Sucumbíos			
Po	3390	**% Orgánico**	58
tasa crecimiento	1,9	**ppc (kg/hab-día)**	0,48

			Total	**Sin orgánico**		**Sin orgánico**	
						Compactado	**Con material de cobertura**
Año	**Pf**	**kg/día**	**Ton/día**	**Ton/día**	**Ton/año**	**m3/año**	**m3/año**
2010	3390	1627,20	1,63	0,68	249,45	498,90	648,57
2013	3586,92	1721,72	1,72	0,72	263,94	527,88	686,24
2015	3724,52	1787,77	1,79	0,75	274,07	548,13	712,57
2020	4092,06	1964,19	1,96	0,82	301,11	602,22	782,89
2025	4495,86	2158,01	2,16	0,91	330,82	661,65	860,14
2030	4939,50	2370,96	2,37	1,00	363,47	726,94	945,02
					1782,86	**3565,71**	**4635,43**

Fuente:GAD Sucumbíos/INEC, 2010

Elaboración: Gabriela Martínez

Para el cálculo de la cantidad de residuos sólidos se tiene la siguiente fórmula:

$$C.R.S = ppc * Pf$$

En donde:

$C.R.S = Cantidad\ de\ Residuos\ Sólidos$

$ppc = Tasa\ per\ cápita\ de\ producción\ de\ residuos$

$Pf = Población\ final/Población$

En el GAD de Paquisha, para el año 2015 se tienen los siguientes datos:

$$C.R.S = 0.52 * 4246.79$$

$$C.R.S = 2208.33\ kg/día$$

TABLA 4.6-2

CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD PAQUISHA. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS.

Paquisha			
Po	3854	**% Orgánico**	45
tasa crecimiento	1,96	**ppc (kg/hab-día)**	0,52

			Total	**Sin orgánico**		**Sin orgánico**	
						Compactado	**Con material de cobertura**
Año	**pf**	**kg/día**	**Ton/día**	**Ton/día**	**Ton/año**	**m3/año**	**m3/año**
2010	3854	2004,08	2,00	1,10	402,32	804,64	1046,03
2013	4085,09	2124,24	2,12	1,17	426,44	852,88	1108,75
2014	4165,15	2165,88	2,17	1,19	434,80	869,60	1130,48
2015	4246,79	2208,33	2,21	1,21	443,32	886,64	1152,64
2017	4414,90	2295,75	2,30	1,26	460,87	921,74	1198,26
2020	4679,61	2433,40	2,43	1,34	488,50	977,01	1270,11
					2656,26	**5312,52**	**6906,28**

Fuente:GAD Paquisha/INEC, 2010

Elaboración: Gabriela Martínez

Para calcular la cantidad de residuos en ton/día se tiene:

$$C.R.S = {ppc * Pf}/{1000}$$

En el GAD de C.J.A. Tola, para el año 2015 se tienen los siguientes datos:

$$C.R.S = {0.33 * 4111.22}/{1000}$$

$$C.R.S = 1.36\ ton/día$$

Esta cantidad de residuos sólidos, es la que se genera totalmente en dicho año.

TABLA 4.6-3

CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD C.J.A. TOLA. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS.

CJA Tola			
Po	3664	**% Orgánico**	46
tasa crecimiento	2,33	**ppc (kg/hab-día)**	0,33

			Total	**Sin orgánico**		**Sin orgánico**	
						Compactado	**Con material de cobertura**
Año	**pf**	**kg/día**	**Ton/día**	**Ton/día**	**Ton/año**	**m3/año**	**m3/año**
2010	3664	1209,12	1,21	0,65	238,32	476,64	619,63
2013	3926,13	1295,62	1,30	0,70	255,37	510,73	663,95
2015	4111,22	1356,70	1,36	0,73	267,41	534,81	695,26
2020	4613,02	1522,30	1,52	0,82	300,04	600,09	780,12
2025	5176,07	1708,10	1,71	0,92	336,67	673,33	875,33
2030	5807,84	1916,59	1,92	1,03	377,76	755,52	982,17
					1775,56	**3551,12**	**4616,46**

Fuente:GAD C.J.A. Tola/INEC, 2010

Elaboración: Gabriela Martínez

Para calcular la cantidad de residuos inorgánicos se tiene:

$$C.R.S.i = C.R.S.t - (C.R.S.t * (\%org/100))$$

En donde:

$C.R.S.i = Cantidad\ de\ Residos\ Sólidos\ inorgánicos$

$C.R.S.t = Cantidad\ de\ Residuos\ Sólidos\ totales$

$\%org = Porcentaje\ de\ materia\ orgánica$

En el GAD de Logroño, para el año 2015 se tienen los siguientes datos:

$$C.R.S.i = 4.70 - (4.70 * (65/100))$$

$$C.R.S.i = 1.64\ ton/día$$

TABLA 4.6-4

CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD LOGROÑO. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS.

Logroño			
Po	5723	**% Orgánico**	65
tasa crecimiento	2,38	**ppc (kg/hab-día)**	0,73

			Total	**Sin orgánico**		**Sin orgánico**	
						Compactado	**Con material de cobertura**
Año	**pf**	**kg/día**	**Ton/día**	**Ton/día**	**Ton/año**	**m3/año**	**m3/año**
2010	5723	4177,79	4,18	1,46	533,71	1067,43	13876,53
2013	6141,42	4483,24	4,48	1,57	572,73	1145,47	14891,08
2015	6437,24	4699,18	4,70	1,64	600,32	1200,64	15608,33
2020	7240,61	5285,64	5,29	1,85	675,24	1350,48	17556,26
2025	8144,24	5945,30	5,95	2,08	759,51	1519,02	19747,30
2030	9160,65	6687,27	6,69	2,34	854,30	1708,60	22211,78
					3995,82	**7991,64**	**103891,29**

Fuente:GAD Logroño/INEC, 2010

Elaboración: Gabriela Martínez

Para calcular la cantidad de residuos sólidos inorgánicos al año se tiene:

$$C.R.S.i = C.R.S.i * 365$$

En el GAD de Santa Clara, para el año 2015 se tienen los siguientes datos

$$C.R.S.i = C.R.S.i * 365$$
$$C.R.S.i = 0.79 ton/día * 365\ días/año$$
$$C.R.S.i = 286.94\ ton/año$$

Para calcular el volumen necesario para dicha cantidad de residuos sólidos se tiene:

$$Vol = C.R.S.i\ anual/k$$

En donde:

$$Vol = Volumen\ que\ se\ requiere\ anualmente$$
$$k = densidad\ compactada\ de\ basura = 0.5\ ton/m^3$$

En el GAD de Santa Clara, para el año 2015 se tienen los siguientes datos

$$Vol = C.R.S.i\ anual/k$$
$$Vol = (286.94\ ton/año)/(0.5\ ton/m^3)$$
$$Vol = 573.89\ m^3/año$$

Se debe tomar en cuenta el material de cobertura que puede ser de 20-30%.

$$Vol = (C.R.S.i\ anual/k) * \%cobertura$$
$$Vol = 409.92\ m^3/año * 1.30$$
$$Vol = 746.05\ m^3/año$$

TABLA 4.6-5

CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GAD SANTA CLARA. MODELO DE GESTIÓN PARA RESIDUOS SEPARADOS.

Santa Clara

Po	3565	**% Orgánico**	37
tasa crecimiento	1,81	**ppc (kg/hab-día)**	0,32

			Total	Sin orgánico		Sin orgánico	
						Compactado	Con material de cobertura
Año	**Pf**	**kg/día**	**Ton/día**	**Ton/día**	**Ton/año**	**m3/año**	**m3/año**
2010	3565,00	1140,8	1,14	0,72	262,33	524,65	682,05
2013	3762,10	1203,87	1,20	0,76	276,83	553,66	719,76
2014	3830,20	1225,66	1,23	0,77	281,84	563,68	732,79
2015	3899,53	1247,85	1,25	0,79	286,94	573,89	746,05
2017	4041,97	1293,43	1,29	0,81	297,42	594,85	773,30
2020	4265,44	1364,94	1,36	0,86	313,87	627,74	816,06
					1719,23	**3438,47**	**4470,01**

Fuente:GAD Santa Clara/INEC, 2010

Elaboración: Gabriela Martínez

De la tabla 4.6-1 a la 4.6-5 se muestra los parámetros que deben calcularse para diseñar una celda de residuos sólidos tomando en cuenta un modelo de residuos separados.

La celda diaria del GAD de Santa Clara tiene la capacidad de aproximadamente 590 m^3, esto permite que la celda sea manejable por los técnicos y personal encargado de la operación y mantenimiento de este relleno sanitario.
El periodo de vida útil de esta celda es de un año, este periodo puede incrementar si se toma en cuenta el porcentaje del material recuperado.

A continuación se establece la tabla 4.6-6 que realiza una comparación entre un relleno con residuos sólidos mezclados y un relleno con separación de residuos sólidos.

TABLA 4.6-6

COMPARACIONES ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS)

Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Mezclados	Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Separados
• Se receptan todos los residuos en el relleno sanitario • Disminución de la Vida útil del relleno sanitario. • Existe generación de Biogás y Lixiviado por la no separación de residuos sólidos. • Se debe implementar drenes y chimeneas para desfogue de lixiviados y biogás. • Presencia de malos olores por el biogás. • Incrementa el Costo de Operación y Mantenimiento. • Se deben presupuestar costos de tratamiento para el lixiviado y remediación de recursos naturales afectados.	• Se receptan aproximadamente el 40% de los residuos generados. • Aumenta el periodo de Vida útil del relleno sanitario. • No existe generación de Biogás y Lixiviado por la separación de residuos sólidos • No es necesario la construcción de drenes y chimeneas para el desfogue de lixiviados y biogás. • No existen malos olores. • Disminuye el Costo de Operación y Mantenimiento. • Generación de compost de buena calidad para el acondicionamiento del suelo, que puede ser comerciable.

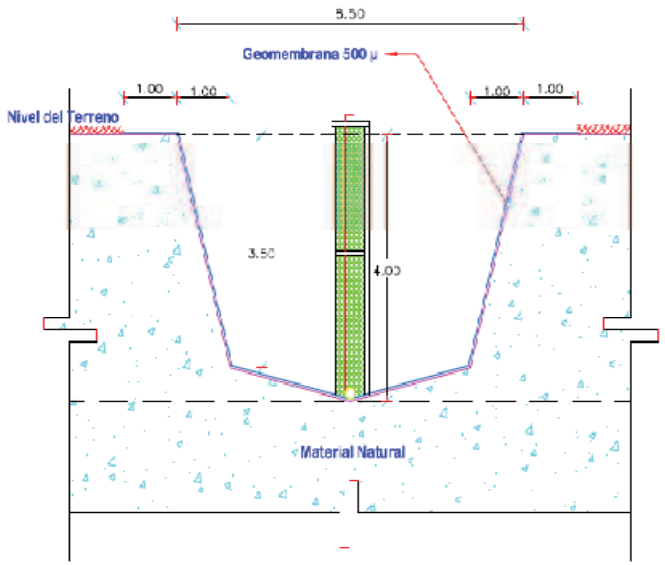
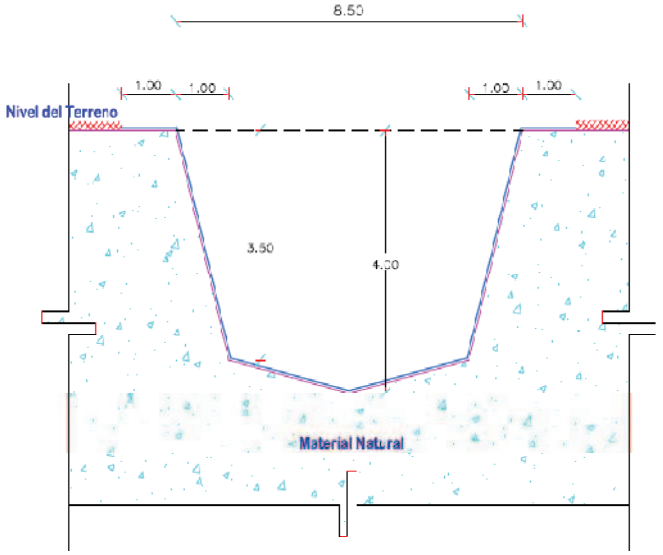
Fuente: Muñoz, 2007

Elaboración: Gabriela Martínez

En el Anexo 10 se detalla el dimensionamiento de una chimenea para evacuación de biogás, empleada por el GAD de Santa Clara.

TABLA 4.6-7

COMPARACIONES EN EL DIMENSIONAMIENTO ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS)

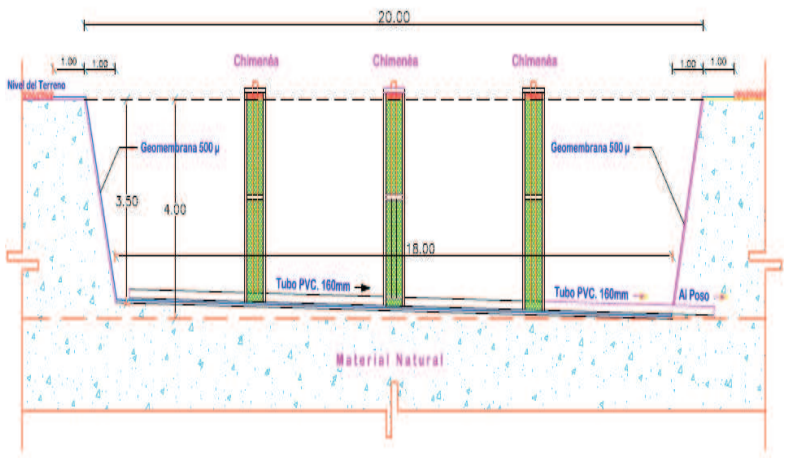
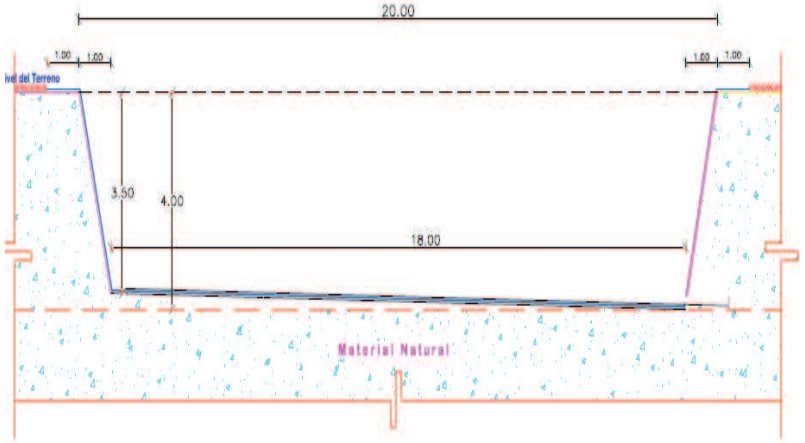
Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Mezclados	Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Separados
Corte transversal de la celda de residuos sólidos	
	

Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

TABLA 4.6-8

CONTINUACIÓN DE LAS COMPARACIONES EN EL DIMENSIONAMIENTO ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS)

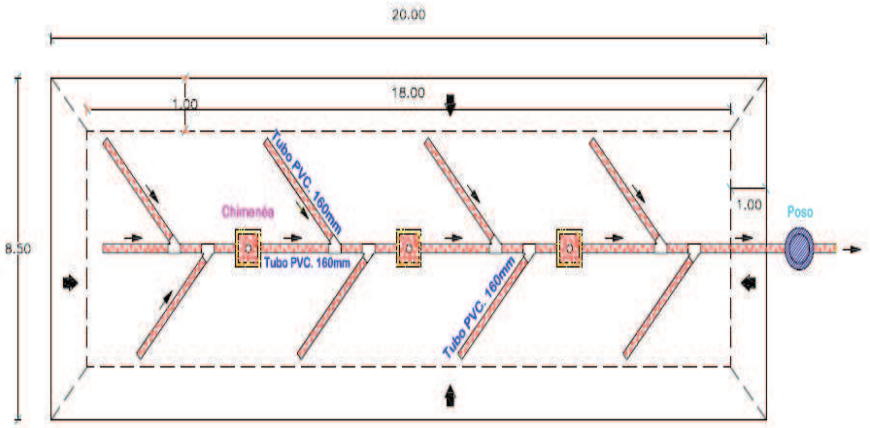
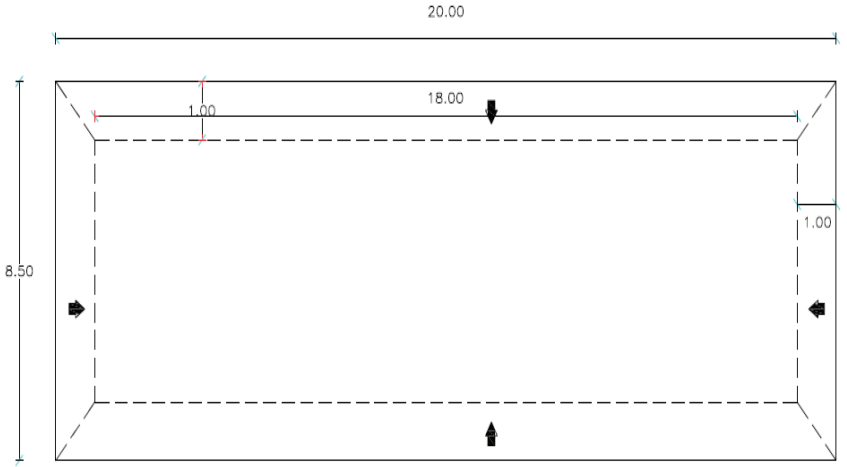
Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Mezclados	Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Separados
Corte longitudinal de la celda de residuos sólidos	
	

Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

TABLA 4.6-9

CONTINUACIÓN DE LAS COMPARACIONES EN EL DIMENSIONAMIENTO ENTRE UN RELLENO CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS Y SIN SEPARACIÓN (MEZCLADOS)

Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Mezclados	Relleno Sanitario con Residuos Sólidos Separados
Vista Superior de la celda de residuos sólidos	
	

Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

Existen diferencias muy marcadas en cuanto al dimensionamiento de la celda de residuos sólidos, en los dos modelos de gestión.Los drenes y las chimeneas implican un costo adicional, además de que ciertos GADs emplean cubierta para evitar la generación excesiva de lixiviados como el GAD de Santa Clara. (Anexo 11 y 12).

Una gestión de residuos sólidos implica la prevención de la generación de los mismos y minimización de impactos, mediante la reducción de la toxicidad y/o cantidad de residuos sólidos en el origen.

Se debe establecer días de recolección de material orgánico y de material inorgánico, para evitar la mezcla de materiales e incentivar a la población para que realicen la separación diferenciada desde sus hogares.

De tal forma que la materia orgánica se encamina a un sistema de compostaje.

El reciclaje y el re uso de materiales son factores muy relevantes para ayudar a reducir la demanda de recursos y la cantidad de residuos que requieren la eliminación por medio de la disposición final.

Para la elaboración del modelo se trabaja con condiciones extremas, estableciendo de esta manera un **modelo de gestión transitorio** el cual se basa en un modelo de gestión de residuos mezclados, que a largo plazo debe transformarse en un modelo de gestión de residuos separados; ya que la población requiere aún de una extensa y continua capacitación sobre el modelo de residuos separados además de las consecuencias e impactos que se tiene tanto a nivel social, económico y medio ambiental por el consumo indiscriminado de productos descartables, así como de la mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos en un sitio de disposición final.

El modelo ideal de gestión de residuos sólidos implica que exista una separación diferenciada integral de los residuos sólidos inorgánicos y orgánicos en cada

GAD, lo cual se logra a través de la educación y promoción del modelo a la población y autoridades.En un modelo de relleno sanitario con residuos sólidos separados no existe la producción de lixiviados, por lo que no existe costos de tratamiento de estos.Además de que la celda no necesitaría la geomembrana.

El tratamiento de lixiviados requiere una tecnología compleja y cara, la cual incrementaría los costes que tiene cada uno de los GADs. Un modelo de gestión de residuos separados es la solución ideal para evitar la generación de estos.

En el *modelo de gestión transitorio* propuesto se establece el dimensionamiento de la celda para residuos sólidos, así como una cubierta que minimice la generación de lixiviado y biogás, ya que la cantidad de lixiviados es directamente proporcional a la entrada de agua lluvia al relleno sanitario. El siguiente dimensionamiento es un ejemplo para otros GADs que necesiten establecer las dimensiones de una celda cubierta para residuos sólidos, cada GAD debe emplear sus propios datos previamente obtenidos en una investigación de campo.

- Si se tiene una población de P=3762.1 habitantes y una tasa per cápita de 0,32 se establece que:

$$Cantidad\ de\ residuos = P * ppc$$

$$Cantidad\ de\ residuos = 3762.1 * 0.32$$
$$Cantidad\ de\ residuos = 1203.87\ \ kg/día$$

- Se transforma a toneladas por día y por año, este valor incluye residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

$$Cantidad\ de\ residuos = 1203.87\ \ kg/día$$

$$Cantidad\ de\ residuos = \frac{1203.87\ kg/día}{1000\ kg/ton}$$

$$Cantidad\ de\ residuos = 1.20\ \ ton/día$$

$$Cantidad\ de\ residuos = 1.20\ \ ton/día * 365\ días/año$$
$$Cantidad\ \ de\ residuos = 438\ \ ton/año$$

- Se establece un peso específico de 500 kg/m^3 para residuos compactados manualmente y un porcentaje del 30% de recubrimiento con lo cual se tiene:

$$Cantidad\ de\ residuos = 438\ \ ton/año$$
$$Peso\ Específico = 0.5\ ton/m^3$$

$$Volumen\ de\ residuos = {}^{438\ ton/año}\Big/_{0.5\ ton/m^3}$$

$$Volumen\ de\ residuos = 876\ m^3/año$$

Con porcentaje de recubrimiento:

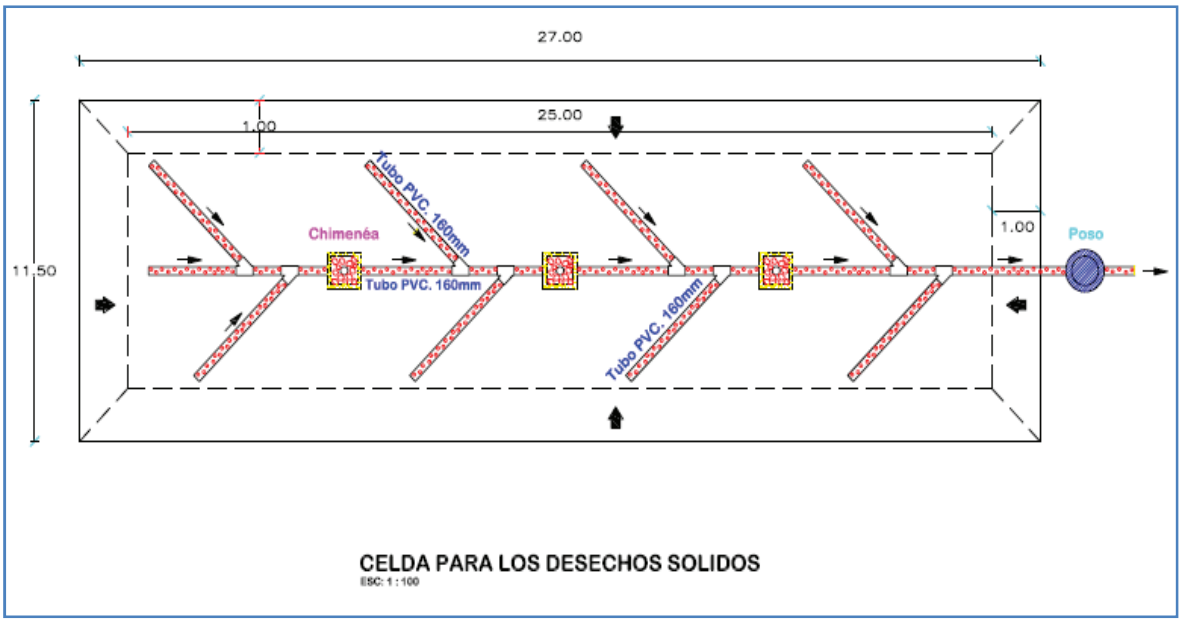
$$Volumen\ de\ residuos = 876\ m^3/año$$
$$Porcentaje\ de\ recubrimiento = 30\%$$

$$Volumen\ de\ residuos = 876\ m^3/año * 1.3$$
$$Volumen\ de\ residuos = 1138.8\ m^3/año$$
$$Volumen\ de\ residuos = 569.4\ m^3/6meses$$

Cada GAD deberá emplear datos relevantes a la gestión integral de residuos que realizan. Los dimensionamientos pueden variar dependiendo de la cantidad de residuos sólidos que generen. La figura 4.6-1 establece el dimensionamiento de la celda de residuos sólidos desde una vista superior.

FIGURA 4.6-1

DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS VISTA SUPERIOR



Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

TABLA 4.6-10

DIMENSIONES PARA LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS

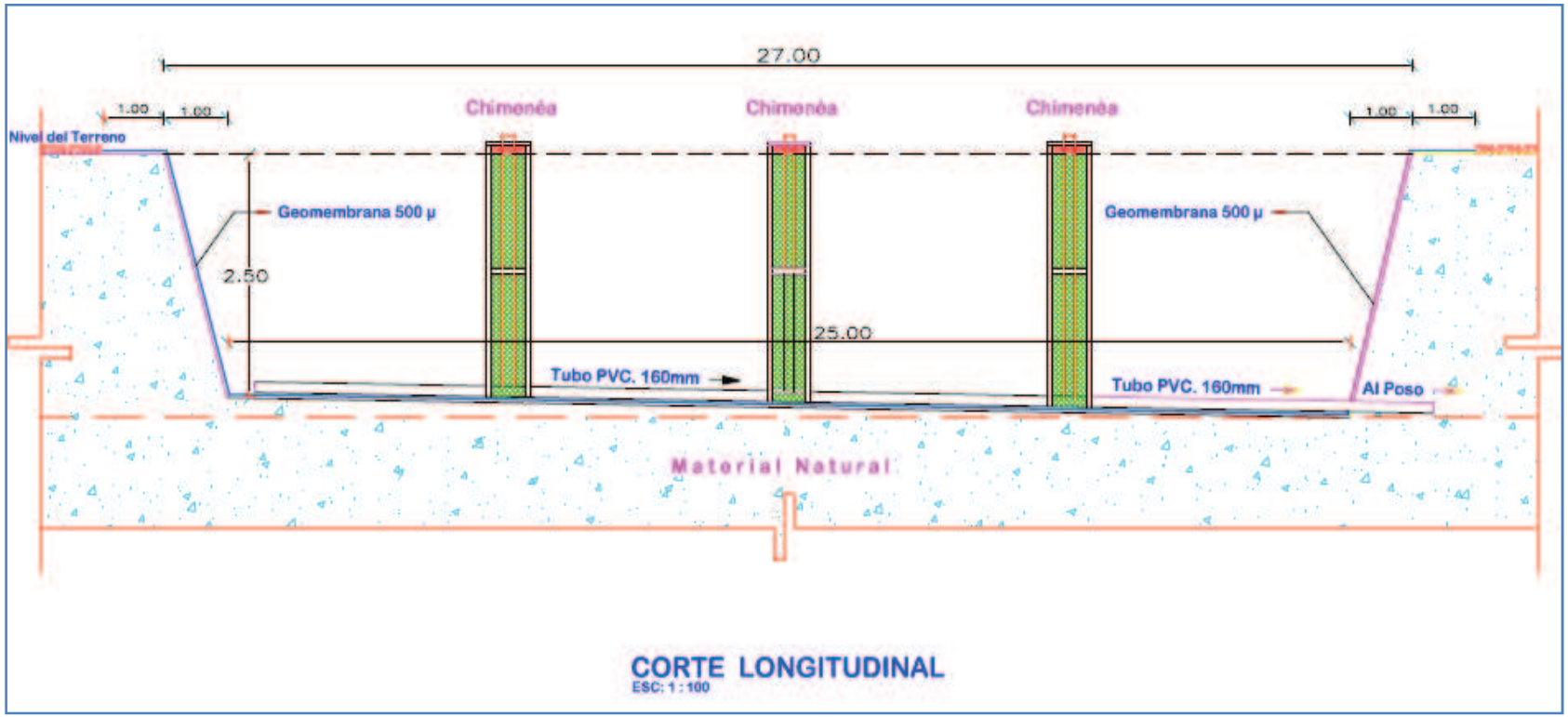
Dimensiones de Celda			
Profundidad	H	2,5	metros
Ancho	A	9,5	metros
Largo	L	25	metros

Elaboración: Gabriela Martínez

Para el cálculo de cada una de las dimensiones se emplean datos semestrales de la cantidad de residuos sólidos generada por el GAD de Santa Clara en el año 2013, teniendo un volumen total de 569.4 m^3 por semestre.

FIGURA 4.6-2

DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS CORTE LONGITUDINAL



Fuente:GAD Santa Clara

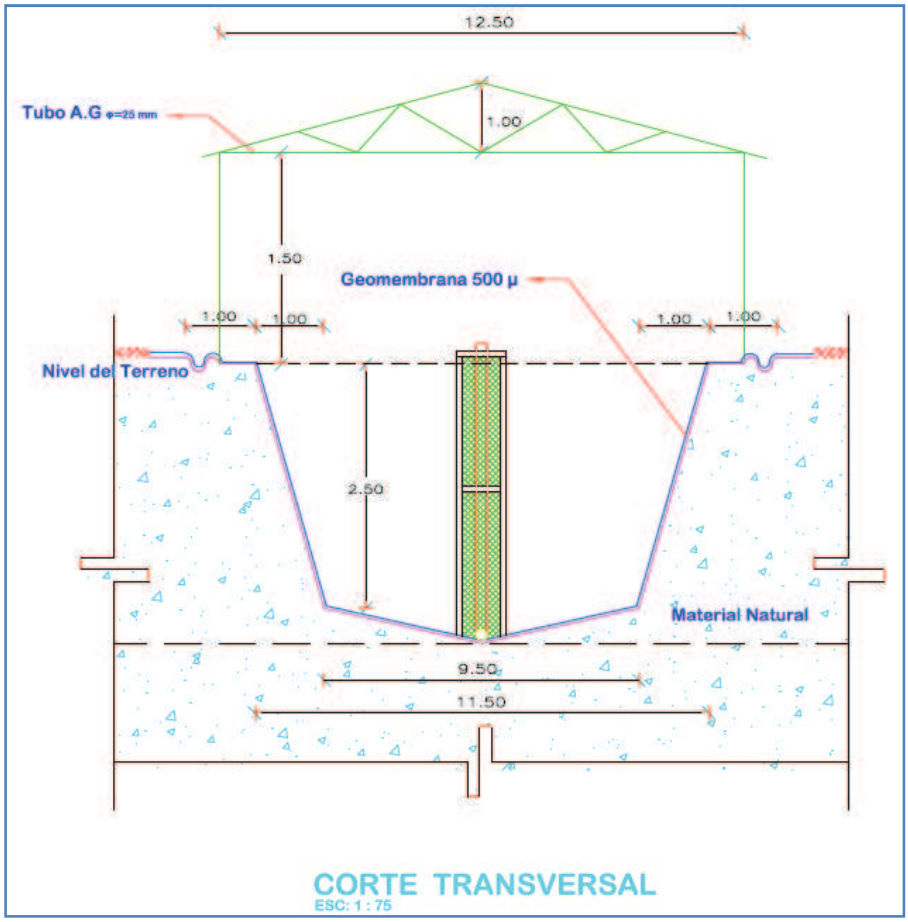
Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

Como se observa en la figura 4.6-2, la trinchera debe tener ángulo en caída para la recolección de lixiviados, por medio de los drenes,los cuales desembocan a una planta de tratamiento adecuada y con tecnología específica para el tratamiento de los mismos.

Se recomienda realizar un análisis del lixiviado de cada GAD para establecer parámetros y plantas de tratamiento óptimas que traten al mismo y minimicen al máximo su impacto al medio ambiente. Cabe señalar que el tratamiento óptimo de lixiviados es un proceso caro.

FIGURA 4.6-3

DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS CORTE TRANSVERSAL CON CUBIERTA

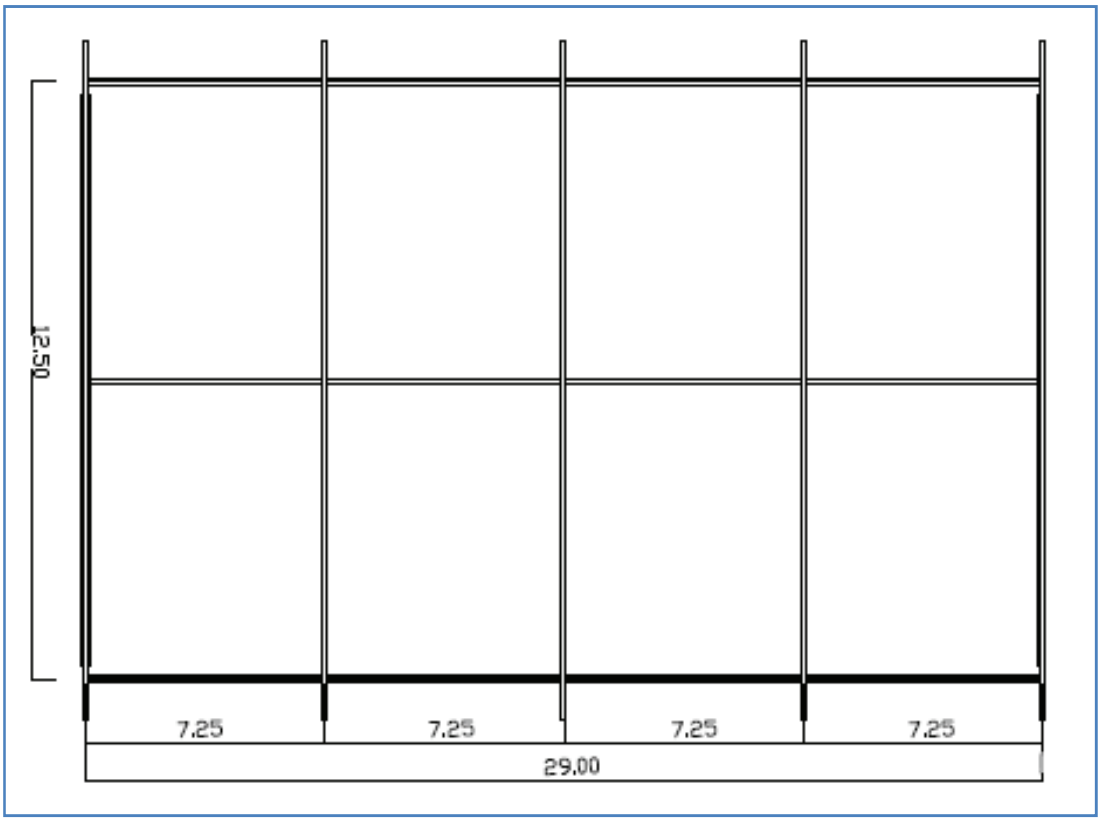


Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

FIGURA 4.6-4

DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA EMPLEADA PARA LA CUBIERTA DE LA CELDA



Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración: Gabriela Martínez

La estructura metálica que se ve en la figura 4.6-4, puede elaborarse de tal manera que pueda desmontarse en el momento en que la celda de residuos sólidos esté llena y con material de cobertura respectivamente, así se reutiliza la estructura metálica para futuras celdas que necesiten cubierta. La cubierta puede ser de geomembrana o teja de plástico reciclada que son las opciones más económicas.

Se debe tomar en cuenta también la generación de residuos hospitalarios y/o peligrosos en cada uno de los GADs, para diseñar la celda para la disposición de

los mismos. En la tabla 4.6-11 se muestra la generación de estos residuos y el volumen que ocupan por año.

TABLA 4.6-11

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS Y/O PELIGROSOS, Y VOLUMEN OCUPADO POR AÑO

Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)	Generación de Residuos Hospitalarios y/o Peligrosos							
	Año 2010		Año 2013		Año 2015		Año 2020	
	ton/año	m3/año	ton/año	m3/año	ton/año	m3/año	ton/año	m3/año
Sucumbíos	1,83	4,75	1,96	5,12	2,04	5,3	2,24	5,83
Santa Clara	1,46	3,8	1,54	4,01	1,6	4,15	1,75	4,54
C.J.A.Tola	0,37	0,95	0,39	1,02	0,41	1,07	0,46	1,2
Paquisha	0,73	1,9	0,78	2,02	0,81	2,1	0,89	2,31
Logroño	1,1	2,85	1,17	3,05	1,23	3,2	1,38	3,6

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados

Elaboración: Gabriela Martínez

El GAD de Santa Clara producirá alrededor de 1.6 ton de residuos hospitalarios en el año 2015, lo cual ocupa 4.15 m^3 incluyendo material de cobertura y la densidad compactada.

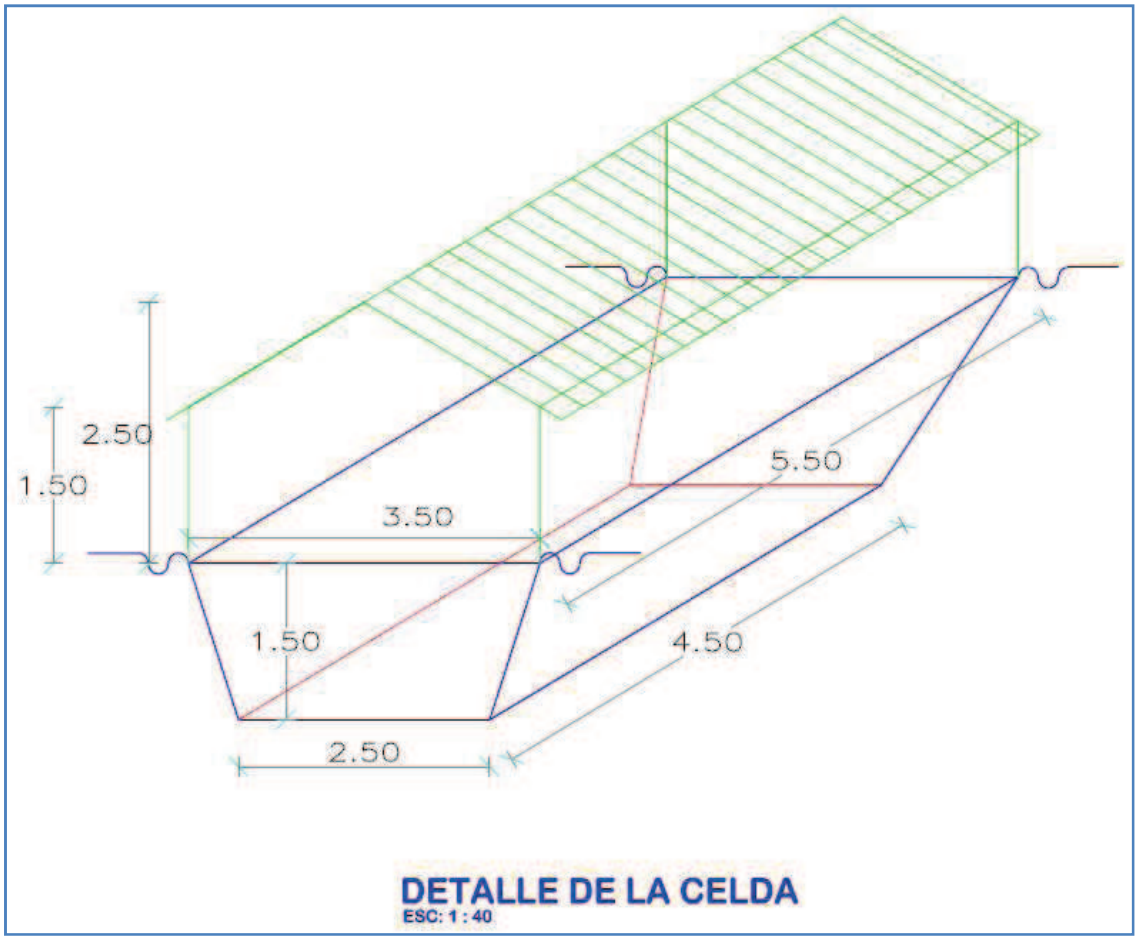
La Celda de residuos hospitalarios y/o peligrosos está diseñada para disponer alrededor de 25 m^3, lo cual nos indica que esta celda tendrá un periodo de vida útil de 6 años.

La base del manejo consiste en evitar la mezcla de los distintos tipos de desechos ya que ciertos materiales desechados en hospitales, por ejemplo, pueden fácilmente contaminar los residuos orgánicos e inorgánicos, siendo imposible su posterior clasificación.

El personal que realiza la recolección de estos residuos debe tener una capacitación previa y equipo de seguridad adecuado, además de un día pre establecido para la recolección de estos desechos.

FIGURA 4.6-5

DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y/O PELIGROSOS



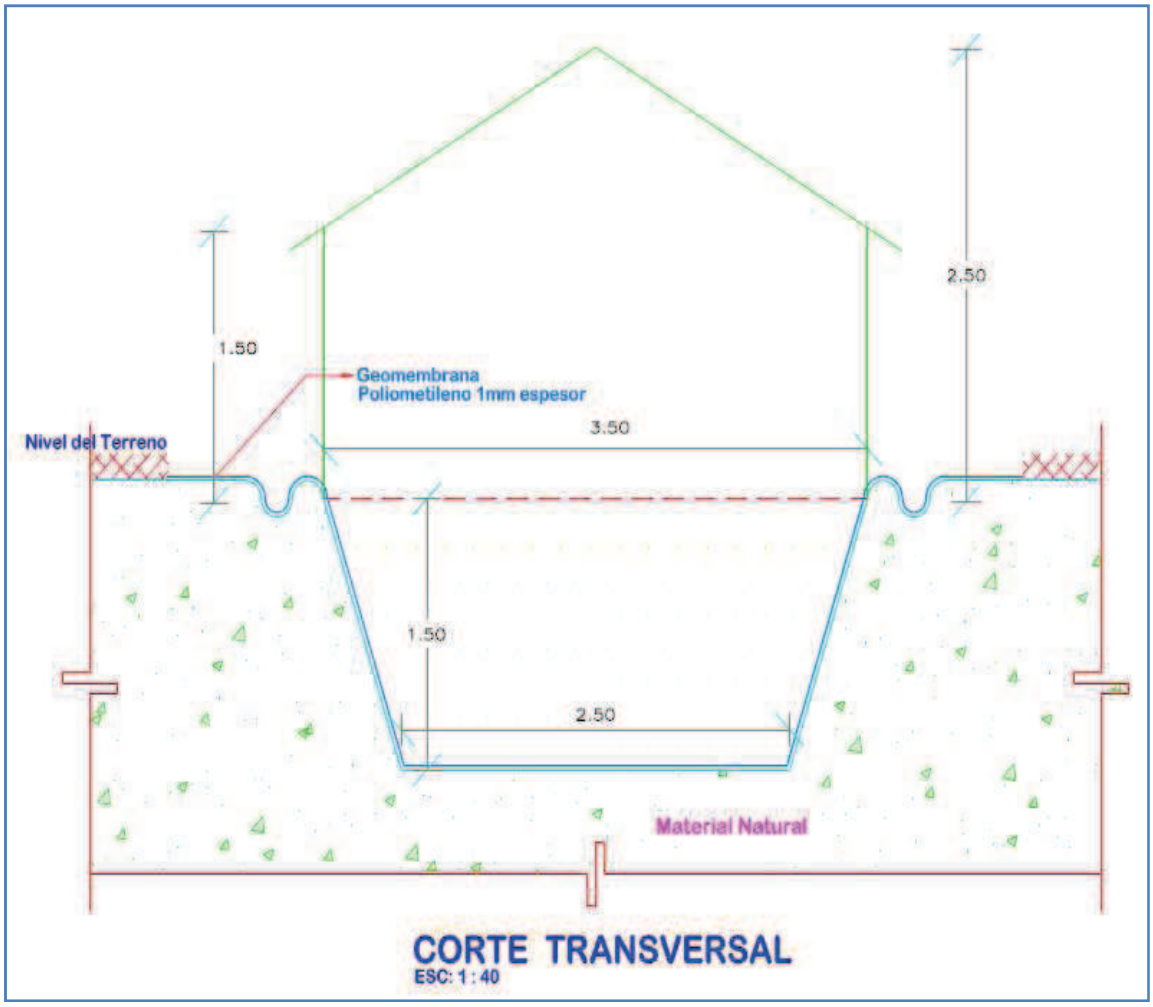
Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

La celda de residuos hospitalarios y/o peligrosos debe estar cubierta y tener canaletas para evitar inundaciones en la misma (figura 4.6-5), por las altas precipitaciones que hay en los diferentes GADs con lo cual se pretende evitar la inundación de la celda.

FIGURA 4.6-6

CORTE TRANSVERSAL DE LA CELDA DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y/O PELIGROSOS



Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

Se deben establecer programas de manejo de residuos hospitalarios y/o peligrosos donde exista la capacitación al personal de salud, monitoreo y evaluación anual a los establecimientos de salud, asistencia técnica a los municipios y desarrollo de recolección diferenciada.

(COSUDE-Natura, 2003)

Los GADs de Sucumbíos, C.J.A. Tola y Logroño no realizan la recolección diferenciada de residuos hospitalarios, eso implica un riesgo para la salud de los operadores tanto en el vehículo recolector como en el sitio de disposición final, además de los pobladores que viven cerca al sitio de disposición final y del medio ambiente.

Estos GADs no poseen una celda de residuos hospitalarios y/o peligrosos.

El GAD de Paquisha posee una celda hospitalaria y/o de peligrosos hecha de hormigón mientras que el GAD de Santa Clara tiene una celda tipo trinchera con geomembrana.

La disposición de las pilas puede darse en la misma celda teniendo un previo encapsulamiento. Este puede realizarse con la siguiente metodología:

- Aislamiento del material (pilas) en un espacio confinado, este puede ser una botella plástica vacía;
- Poner una dosis de cal dentro del espacio, para la regulación del pH y estabilización.
- Relleno del espacio confinado con cemento, debido a que este material es un reactivo conglomerante debido a que se adapta a residuos inorgánicos con metales pesados.
- Disposición de la “cápsula” en el sitio de disposición final.

La estabilización con cemento presenta muchas ventajas, además de ser económico y de fácil adquisición.

También existen otro tipo de “cápsulas” hechas de hormigón, para la obtención de una matriz estructural uniforme y resistente.Para lo cual se disponen a las pilas usadas dentro de una celda cúbica de malla de hierro galvanizado, con una pared de 5 cm de hormigón en todo el contorno y estructura de varillas ya que esto le agregaría una morfología resistente.

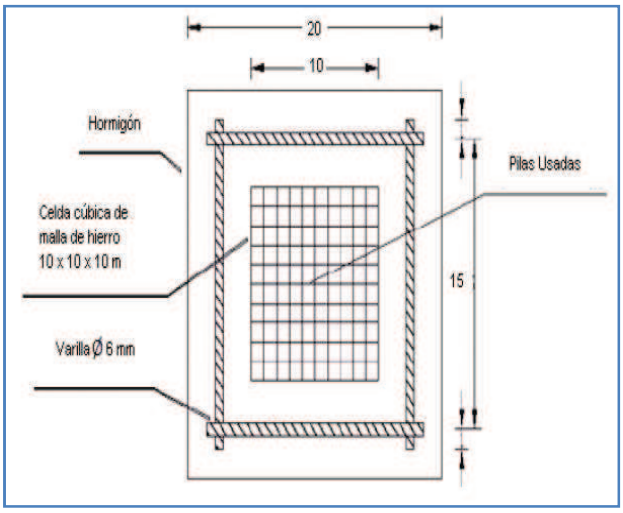
Como agente inmovilizador de metales pesados se puede emplear polvo o viruta de acero en una proporción de 1%(w/w) peso del residuo.

(Ortiz, 2009)

En las figuras 4.6-7 y 4.6-8 se muestra el dimensionamiento del modelo de encapsulación de pilas.

FIGURA 4.6-7

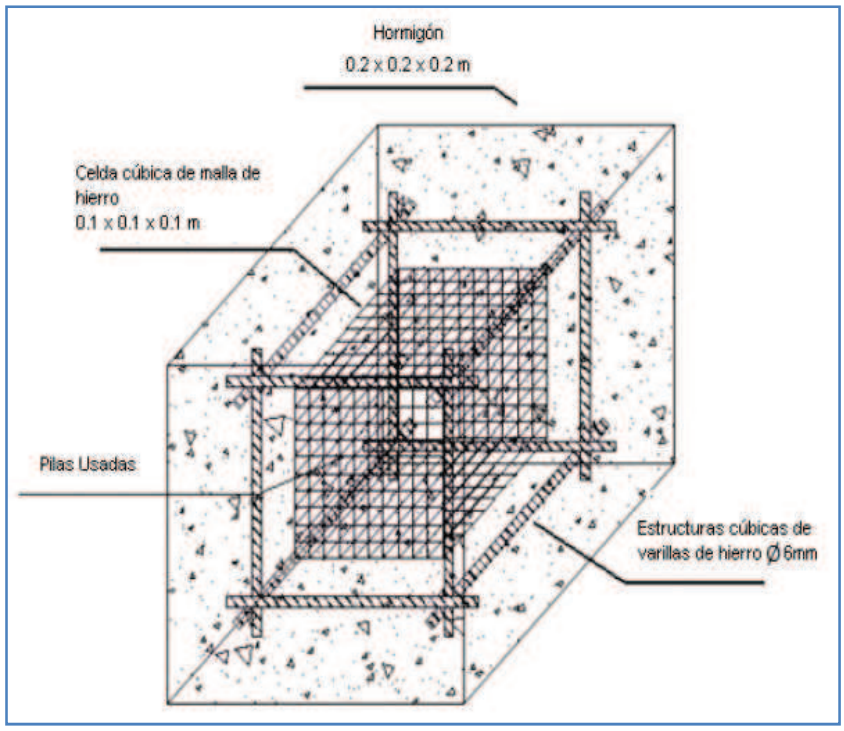
DIMENSIONAMIENTO DEL MODELO DE ENCAPSULACIÓN DE PILAS



Fuente: Ortiz, 2009

FIGURA 4.6-8

PERSPECTIVA DEL DIMENSIONAMIENTO DEL MODELO DE ENCAPSULACIÓN DE PILAS



Fuente: Ortiz, 2009

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El GAD de Santa Clara tiene la mejor gestión de residuos sólidos en comparación a los otros GADs estudiados.
- El GAD de Sucumbíos tiene serios problemas en la gestión de residuos sólidos, puesto que este opera con un botadero controlado en donde existe presencia de lixiviados.
- El modelo de gestión de residuos separados en los GADs es el idóneo para evitar posibles impactos al medio ambiente, debido a la producción de lixiviados y biogás. Tal es el caso del GAD de Santa Clara
- La mayoría de GADs realizan separación diferenciada en la fuente lo cual implica que los sitios de disposición final aumenten su vida útil cuando solo se dispone en estos, material inorgánico.
- El GAD de Santa Clara ha podido minimizar la producción de lixiviado debido a que emplean una cubierta en la celda que intercepta el agua lluvia.
- Los costos para la gestión de residuos sólidos en el GAD de Sucumbíos son muy altos, a pesar de que el GAD no realiza una correcta gestión de los residuos sólidos.
- Los GADs emplean los residuos orgánicos en alimentación de animales como en la producción de compostaje; los cuales son una fuente de abono orgánico muy importante para acondicionar la morfología del componente suelo.
- Para tener una gestión de residuos sólidos eficaz en los GADs, se necesita la colaboración de autoridades, población y personal encargado de la misma.Se tiene que poner énfasis en la educación y capacitación ambiental a estos tres componentes.

- Los GADs no poseen una normativa adecuada para la gestión de residuos sólidos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Establecer estudios de impacto ambiental y viabilidad previos a las operaciones de los sitios de disposición final en especial del GAD de Sucumbíos que está en proceso de construcción, en conjunto con las instituciones públicas interesadas.
- Para GADs que no cuenten con los rubros para la adquisición de energía trifásica para el adecuado funcionamiento de equipos que hacen de la disposición final un proceso mecanizado, se recomienda emplear equipos manuales o a combustible, como las picadoras.
- Diseñar instrumentos y metodologías de evaluación de los riesgos ambientales en la gestión de residuos sólidos haciendo una relación con los efectos en el bienestar de la población y su medio ambiente.
- Fortalecer la participación ciudadana en cada uno de los GADs,así como el control social en la gestión ambiental, para la prevención de impactos ambientales por malos hábitos en la población.
- Establecer políticas de prevención e instrumentos de gestión, que promuevan la protección de recursos naturales en el GAD de Sucumbíos.
- Diseñar e implementar una normativa que exija el adecuado manejo y gestión de los residuos sólidos desde el origen hasta el destino final de los mismos.
- Desarrollar estrategias de reciclaje y reutilización de los residuos generando empresas a nivel local las que pueden generar empleo y mercados de interés para hacer del residuo recuperado materia prima para otros procesos productivos. Las estrategias de reciclaje y reutilización deben enfocarse en cada uno de los GADs pero sobre todo en los GADs que tienen más problemas con la gestión de residuos sólidos como lo son el GAD de Sucumbíos y el GAD de C.J.A. Tola.

- Exigir la implementación del modelo de Gestión Limpia (de residuos separados), estableciendo una etapa de transición para promover y desarrollar campañas educativas para la gestión integral de residuos sólidos.
- Incentivar el cambio de hábitos y conductas en los generadores de residuos y en los consumidores finales de productos y servicios, mediante programas de capacitación y participación de la población en todos los GADs. Los programas deben ser dirigidos a todas las personas de la comunidad poniendo especial atención y empeño en niños y jóvenes.
- Se deben establecer programas informativos constantes de separación de residuos sólidos y buenas prácticas ambientales, en el GAD de Sucumbíos.
- Promover el modelo de Gestión Limpia para su aplicación en otros GADs.
- Diseñar propuestas y soluciones que estén acorde con la realidad de cada GAD, tanto a nivel económico, social como técnico.
- Los operarios del relleno sanitario, así como de la planta de compostaje y la celda de residuos hospitalarios del GAD de Sucumbíos deben contar con equipo de seguridad adecuado para realizar estas labores.
- Se recomienda evaluar los egresos que se tienen por la gestión de residuos en cada GAD, para poder establecer una tarifa por el cobro del servicio acorde con la realidad de cada uno de los mismos.
- Se debe establecer un análisis basado en la eficiencia económica de cada uno de los GADs, para lo cual se deberían reducir los costos operativos a través de recorte de personal.

ANEXOS

ANEXO 1

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS GADs ESTUDIADOS

Fuente:COMAGA

Elaboración: Arq. Edison Meza/Gabriela Martínez

ANEXO 2

MODELO DE ENCUESTA REALIZADA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS GADs

Provincia	
Cantón	

Población Y Cantón		
Urbana		Habitantes
Rural		Habitantes
Total		Habitantes
Superficie Total del Cantón		Km2
Producción Per. Cápita		
		(kg/hab.día)
Producción de Residuos Sólidos		
ÁREA URBANA		(ton/día)
ÁREA RURAL		(ton/día)
TOTAL DIA		(ton/día)
TOTAL ANUAL		(ton/año)
TOTAL HOSPITALARIOS GENERADOS		(kg/día)
Residuos Orgánicos (Total)		(ton/día)
Residuos Inorgánicos (Total)		(ton/día)
Composición de los Residuos Sólidos		
Orgánicos		%
Cartón		%
Papel		%
Plástico		%
Vidrio		%
Metales		%
Pañales		%
Madera		%
Otros		%
Administración Municipal		

Departamento o Dirección encargada de GIRS		
Personal que labora en la GRS		
Administración		personas
Barrido y Limpieza		personas
Recolección		personas
Transporte		personas
Tratamiento		personas
Disposición Final		personas
TOTAL		personas
Barrido y Limpieza		
Marcar con una "X" según la situación del barrido y la limpieza de residuos		
	Manual	Mecanizado
Tipo de Barrido		
Cobertura de Barrido		%
	SI	NO
Rutas de Barrido		
Rendimiento del Barrido		km/día/hombre
Recolección de Residuos		
Marcar con una "X" según la situación de la recolección de residuos		
	SI	NO
Separación en la Fuente		
Recolección diferenciada		
Recolección diferenciada Hospitalaria		
Existen rutas de recolección		
Cantidad de Residuos Recolectados		(ton/día)
Cobertura de recolección urbana		%
Cobertura de recolección rural		%
Frecuencia Urbana		día/semana
Frecuencia Rural		día/semana
Operatividad en la Recolección y Transporte		
Vehículos pequeños en operación		vehículos
Capacidad		ton
Años en Operación		años
Vida útil		años
Volquetas en Operación		Volquetas
Capacidad		ton
Años en Operación		años

Vida útil		años
Recolectores en Operación		recolectores
Capacidad		ton
Años en Operación		años
Vida útil		años
Distancia del recorrido diario por vehículo, rural y urbano		km/día/vehículo
Tiempo recorrido diario por vehículo		horas
Maquinaria empleada en el sitio de Disposición Final		
	SI	NO
Compactador Manual		
Excavadora		
Balanza Electrónica		
Picadora/Trituradora		
Vibro apisonador		
Gallineta		
Situación Actual Municipal 2012		
Ordenanzas Municipales Vigentes y Programadas para la GRS		
Ordenanza		
Registro Oficial Nª		
Fecha de Publicación		
Parte de la GRS que regula		
Ubicación y Caracterización de los Sitios de Disposición Final		
Coordenada X		
Coordenada Y		
Coordenada Z (Altura MSNM)		
Ubicación desde el centro de la ciudad		km
Fecha de Operación del Sitio		
Años en Operación		años
Propiedad del Terreno	Privada	
	Municipal	
Área Total del terreno		Ha
Área Ocupada por Instalación		Ha
Área del Sitio de Disposición Final		Ha
Celdas – Área Ocupada		Ha
Celdas – Área Construida		Ha
Celdas – Área Disponible		Ha
Tiempo de duración de la celda		meses/años

Marcar con una "X" según la situación del sitio de disposición final		
	SI	NO
Cerramiento perimetral del sitio		
Control de Ingreso		
Recuperación de Materiales		
Centro de Acopio		
Estación de Reciclaje		
Estación de Compostaje		
Marcar con una "X" según la situación del sitio de disposición final		
Tipo de Disposición Final	Botadero	
	Celda emergente	
	Botadero Controlado	
Relleno Sanitario	Manual	
	Mecanizado	
Operatividad del Sitio de Disposición Final	Compactador	
	Triturador	
	Picadora	
	Observaciones	
	SI	NO
Celda Especial para residuos Hospitalarios		
Vida útil remanente del Sitio de Disposición Final		años
Residuos Acumulados Totales		Ton
	SI	NO
Propiedades aledañas al Sitio de Disposición Final		
Quejas por el Funcionamiento de las Instalaciones		
Tratamiento de Lixiviados		
Tipo de Tratamiento		
Observaciones		
Recuperación de Residuos		
Marcar con una "X" según la situación de la recuperación de residuos		
	SI	NO
Recuperación Orgánico		
Recuperación Inorgánico		

Tipo de Recolección	Minadores	
	Gestores	
	GADs	
Caracterización		
Papel		kg
Cartón		kg
Plástico		kg
Vidrio		kg
Chatarra		kg
Otros		kg
Tratamiento de Residuos Orgánicos	Lombricultura	
	Compostaje	
	Bocashi	
	Otros	
Cantidad ingresada		(ton/día)
Material Terminado		(ton/día)
Destino Final		
Observaciones		
Recursos afectados por los Sitios de Disposición Final		
Nombre del cuerpo hídrico menor a 300 m		
	SI	NO
Contaminación a recursos hídricos		
Contaminación a recurso Suelo		
Sistemas de Recaudación		
Marcar con una "X" según la situación de los sistemas de recaudación		
	SI	NO
Se cobra por la GRS		
Sistemas de Recaudación		
Ingresos por Cobro de Servicios		$/año
Cooperación de ONGs o Instituciones		
Monto de Inversión Total		$/año
Ingresos Ventas — Material Orgánico		$/año
Ingresos Ventas — Material Inorgánico		$/año
Otros Ingresos		$/año
TOTAL DE INGRESOS		$/año
Costos Operativos ($/año)		

Egresos en Salarios del Personal que labora en la GRS			
Administración			$/año
Barrido y Limpieza			$/año
Recolección			$/año
Transporte			$/año
Centro de Acopio			$/año
Relleno Sanitario			$/año
Tratamiento			$/año
Rubros Beneficios de Ley			$/año
SUBTOTAL 1			$/año
Servicios Básicos			$/año
Insumos Personal Administrativo			$/año
Insumos Personal de Barrido y Limpieza			$/año
Insumos Personal de Recolección			$/año
Combustibles y Lubricantes			$/año
Mantenimiento de Vehículos y Repuestos			$/año
Uniformes y Equipos de Seguridad Industrial			$/año
Programas de Capacitación			$/año
SUBTOTAL 2			$/año
TOTAL COSTOS OPERATIVOS			$/año
Inversiones en el Destino Final			
Inversiones en el Destino Final	Terreno		$
	Maquinaria		$
	Infraestructura		$
	Estación de Reciclaje		$
	Estación de Compostaje		$
	Viveros/Invernaderos		$
Relleno Sanitario	Celda		$
	Recolector		$
Tratamiento	Hospitalarios		$
	Lixiviados		$
TOTAL DE INVERSIONES			$
TOTAL AMORTIZADO DE INVERSIONES			$/año
Situación Actual 2012/Costos de Estudios			
Marcar con una "X" según la situación actual			
		SI	NO

Multas por incumplimiento de la ley en el 2012		
Monto de la Multa		$
Costo del Cierre Técnico del Botadero		$
Costo de Estudios para Licenciamiento Ambiental		$
Costo de Estudios para Viabilidad Técnica		$
Costo de Auditoría Ambiental		$
Observaciones		
TOTAL DE COSTOS EN ESTUDIOS		$
TOTAL AMORTIZADO DE ESTUDIOS		$/año

Elaboración: Gabriela Martínez

ANEXO 3
MARCO LEGAL NORMATIVO ECUATORIANO SOBRE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

1. **Constitución Política de la República del Ecuador publicada en el Registro Oficial Nº 449 del 20 de octubre del 2008.**

- Título I, de los Principios Fundamentales

La Carta Magna establece en el Artículo 3, Título I, de los Principios Fundamentales, indica que son deberes primordiales, entre otros. Defender el patrimonio natural y cultural del país.

- Título II, artículo 14, 15, 32 del Capítulo 2, de los “Derechos del buen vivir”.

El **Artículo 14** establece, se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumakkawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales.

El **Artículo 15.** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzara en el detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectara el derecho al agua.

El **Artículo 32**. La salud es un derecho que garantiza el estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustenten el buen vivir.

El estado garantizara este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La presentación de servicios se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

- Capítulo sexto, “Derechos de libertad”, artículo 66.

El **Artículo 66** reconoce y garantiza a las personas:

2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

15. El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental.

27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

- Capítulo séptimo de los “Derechos de la naturaleza” artículos 71, 72, 73.
- Capítulo noveno “Responsabilidades” artículo 83

El **Artículo 83.** Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la constitución y la ley:

6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

- Título VI, del Régimen de Desarrollo, Capítulo 1 Principios Generales, artículo 276

Artículo 276: El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo,

permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

- Título VII, del Régimen del Buen Vivir, Capítulo 2 de “Biodiversidad y recursos naturales” artículos 395, 396, 397, 398.

Artículo 395: La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

En el **Artículo 396**: El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Del **Artículo 397**: Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Del **Artículo 398:** Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta. El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales sobre derechos humanos.

2. **Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial N° 245 del 30 de julio de 1999.**

Establece los principios y directrices de la política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en la gestión ambiental en el país. Dentro de este contexto se enuncian los artículos aplicables al presente proyecto en estudio.

El **artículo 12 del Capítulo IV** De la participación de las Instituciones del Estado, define como obligaciones de las instituciones del Estado del sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia:

2. Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del Ambiente.

Según el **capítulo II, artículo 19** sobre la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental, las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

El **artículo 21** establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de

manejo, planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

El **artículo 23** define los componentes de la evaluación de impacto ambiental en los siguientes aspectos:

1. La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;

2. Las condiciones de tranquilidad pública tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,

3. La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico escénico y cultural.

3. **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (LPCCA), expedida mediante registro oficial 097 del 31 de mayo de 1976, publicada en el registro oficial Nº 97, del mismo mes y año**

Tiene como finalidad fundamental controlar la utilización de los recursos naturales del país, aire, agua y suelo, de tal manera que se evite la contaminación o degradación de estos recursos y se promueva su conservación en todo el país.

Artículo 11. Prohibición de Contaminar el Aire

Artículo 12. Fuentes Potenciales de Contaminación del Aire

Artículo 16. Prohibición de Contaminar las Aguas

Artículo 21. Fuentes Potenciales de Contaminación de Suelos

4. **Ley de Aguas publicada mediante Decreto Supremo en el Registro Oficial No. 69 del 30 de mayo de 1972. Codificación 2004-016, Quito, 5 de Mayo de 2004.**

5. **Ley Orgánica de la Salud. La ley de salud tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud.**

En su **artículo 95** establece que la autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana.

6. **Ley Orgánica del Régimen Municipal: Publicada en el Registro Oficial, Suplemento No. 331 del 15 de octubre de 1971; reformada y establecida como Ley Orgánica de Régimen Municipal.**
7. **Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, publicada en el Registro Oficial Nº 64, del 24 de agosto de 1981.**
8. **Código de la salud que entró en vigencia mediante la promulgación del Decreto Supremo No. 188. R.O. No. 158 del 8 de Febrero de 1971**
9. **Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS), libro III Del Régimen Forestal, libro IV De La Biodiversidad, libro VI de la Calidad Ambiental Anexo 1,2 3,4, 5, 6 y 7. Mediante Decreto Ejecutivo No. 2824 publicado en el Registro Oficial No. 623 de 22 de julio del 2002.**
   - Anexo 1: Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua
   - Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.
   - Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente.
   - ***Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.***
10. **Acuerdo Ministerial No. 026. En el que se expiden los procedimientos, para el registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de desechos peligrosos.**

11. **COOTAD, Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía Descentralización**

En su **artículo 55 literal d**, determina que en sus competencias exclusivas los GADs prestaran los servicios públicos de manejo de desechos sólidos.

12. **Artículo Ministerial No. 031. Proceso de cierre técnico y saneamiento de botaderos de los desechos sólidos y viabilidad técnica.**

- Plan de cierre técnico y saneamiento de botaderos.
- Viabilidad Técnica

13. **Reglamento de Aplicación de Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, Decreto Ejecutivo No. 1040, R.O. No. 332, del 8 de Julio de 2008.**
14. **Acuerdo Ministerial 106. Reforma al Reglamento de Aplicación de Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, Quito 30 de Octubre del 2009.**
15. **Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, D.E. 2393, 1986-11-13.**
16. **Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios, Ministerio de Inclusión Económica y Social, R.O. No. 114, 2009-04-02.**
17. **Ordenanzas Municipales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados.**

ANEXO 4

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN

ACCIONES / FACTORES			COMPONENTE FÍSICO				COMPONENTE BIOLÓGICO			COMPONENTE SOCIOLÓGICO, CULTURAL Y ESTÉTICO				
			AIRE		AGUA	SUELO	FLORA		FAUNA	SOCIOLÓGICO			CULTURAL	PAISAJÍSTICO
			Calidad del Aire	Ruido	Calidad del Agua	Calidad del Suelo	Diversidad y Abundancia	Especies Nativas	Especies	Seguridad Industrial	Salubridad	Generación de Empleo e Inversión	Comp social	Cambio del Paisaje
OPERACIÓN	FASE DE INSTALACIÓN	Trabajo y limpieza del área a utilizar	-1 1	-1 1	-1 1	-3 3	-3 2	-3 2	-3 2	1 1	1 1	2 1	-1 3	-3 3
		Movimiento de Tierra	-1 2	-2 1	-2 1	-3 3	-3 2	-3 2	-3 2	1 1	1 1	3 1	-1 3	-3 3
		Canales Perimetrales	-1 1	-1 1	-1 1	-2 1	-1 1			1 1	1 1	3 1	-1 1	-2 1
		Transporte y Acopio de Material, Movilización de Maquinaria	-2 2	-2 2	-2 2	-2 2				1 1	1 1	3 1	-1 1	-2 1
	FASE DE OPERACIÓN	Diseño de la celda diaria	-3 2	-3 2	-2 2	-3 2	-2 2	-2 2	-2 2	2 1	-2 2	2 1	-2 3	-2 2
		Compactación y Cobertura	-2 2	-2 2	-2 2	-3 3	-3 3	-3 3	-3 2	2 1	1 1	2 1	2 3	-2 2
		Control de Roedores y Plagas	-2 2	-1 1	-3 2	-3 2	-3 2	-3 2	-3 2	1 1	-2 1	1 1	2 2	-2 2
		Control de lixiviados	-2 1	-2 1	-4 2	-4 3	-3 3	-3 3	-3 2	-2 1	-3 1	2 1	1 2	-3 2
		Manejo de Residuos Peligrosos	-2 1	-2 1	-4 2	-3 1	-2 1	-2 1	-3 2	-2 2	-3 1	2 1	1 2	-2 1
		Recuperación y Reciclaje de Residuos Sólidos	-2 2	-1 2	-1 2	-2 1	-2 1	-2 1	-2 2	-1 2	2 1	4 3	3 1	-2 2
		Compost de Resisuos orgánicos	-1 1	-1 1	-2 1	-2 1	-2 2	-2 2	-2 2	-1 2	2 1	4 3	-1 1	-2 2
	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	MANTENIMIENTO DE LAS VÍAS DE ACCESO	-2 2	-2 1	-2 2	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	2 2	1 1	2 2		-1 2
		MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	-2 1	-1 1	-2 1	-1 1				2 2	1 1	2 2		-1 1
CIERRE DE OPERACIONES		RETIRO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	-3 2	-1 2	-3 2	-3 1	-3 2	-2 2	-3 2	3	2 1	3 1	2 1	4 1
		LIMPIEZA Y REHABILITACIÓN	4 3	-2 1	-2 1	3 1	2 1	1 3		2	2 1	3 1	3 2	4 1
		REMEDIACIÓN DE PASIVOS	3 3	2 1	3 1	3 1	3 1			2	1	3 1	3 2	4 1
		REHABILITACIÓN AMBIENTAL	3 3	2 1	3 4	4 2	4 3	1 2	3 4	4 1	4 1	3 1	4 1	4 4

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados/BIOTIERRA Cia. Ltda

Elaboración: Gabriela Martínez

ANEXO 5

MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS

FACTORES / ACCIONES			COMPONENTE FÍSICO				COMPONENTE BIOLÓGICO			COMPONENTE SOCIOLÓGICO, CULTURAL Y ESTÉTICO				
			AIRE		AGUA	SUELO	FLORA		FAUNA	SOCIOLÓGICO			CULTURAL	PAISAJÍSTICO
			Calidad del Aire	Ruido	Calidad del Agua Superficial	Calidad del Suelo	Diversidad y Abundancia	Especies Nativas	Especies	Seguridad Industrial	Salubridad	Generación de Empleo e Inversión	Comp social	Cambio del Paisaje
OPERACIÓN	FASE DE INSTALACIÓN	Trabajo y limpieza del área a utilizar	-1	-1	-1	-6	-6	-6	-6	1	1	2	-3	-9
		Movimiento de Tierra	-2	-2	-2	-9	-6	-6	-6	1	1	3	-3	-9
		Canales Perimetrales	-1	-1	-1	-2	-1	0	0	1	1	3	-1	-2
		Transporte y Acopio de Material, Movilización de Maquinaria	-4	-4	-4	-4	0	0	0	1	1	3	-1	-2
	FASE DE OPERACIÓN	Diseño de la celda diaria	-6	-6	-4	-6	-4	-4	-4	2	-4	2	-6	-4
		Compactación y Cobertura	-4	-4	-4	-9	-9	-9	-6	2	1	2	6	-4
		Control de Roedores y Plagas	-4	-1	-6	-6	-6	-6	-6	1	-2	1	4	-4
		Control de lixiviados	-2	-2	-8	-12	-9	-9	-6	-2	-3	2	2	-6
		Manejo de Residuos Peligrosos	-2	-2	-8	-3	-2	-2	-6	-4	-3	2	2	-2
		Recuperación y Reciclaje de Residuos Sólidos	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-4	-2	2	12	-1	-4
		Compost de Resisuos organicos	-1	-1	-2	-2	-4	-4	-4	-2	2	12	-1	-4
	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE ACCESO	-4	-2	-4	-1	-1	-1	-1	4	1	4	0	-2
		MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	-2	-1	-2	-1	0	0	0	4	1	4	0	-1
CIERRE DE OPERACIONES		RETIRO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	-6	-2	-6	-3	-6	-4	-6	0	2	3	2	4
		LIMPIEZA Y REHABILITACIÓN	12	-2	-2	-3	2	3	0	0	2	3	6	4
		REMEDIACIÓN DE PASIVOS	9	2	3	3	3	0	0	0	0	3	6	4
		REHABILITACIÓN AMBIENTAL	9	2	12	8	12	2	12	4	4	3	4	16

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados/BIOTIERRA Cia. Ltda

Elaboración: Gabriela Martínez

ANEXO 6

CONTINUACIÓN MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS MEZCLADOS

AFECTACION NEGATIVA	14	15	15	15	12	11	11	4	4	0	7	13
AFECTACION POSITIVA	3	2	2	2	3	2	1	10	12	17	8	4
IMPACTO BAJO	8	12	10	5	5	4	1	10	12	6	7	5
IMPACTO MODERADO A ALTO	2	4	3	5	3	4	3	4	4	9	4	8
IMPACTO MUY ALTO	6	1	3	6	6	5	7	0	0	0	4	3
IMPACTO CRITICO	1	0	1	1	1	0	1	0	0	2	0	1
	17	17	17	17	15	13	12	14	16	17	15	17
AGREGACION DE IMPACTOS	-10	-28	-41	-61	-39	-48	-43	11	7	64	16	-25
	-38		-41	-61	-87		-43	82			16	-25
	-140				-130			73				
	Medio Físico				Medio Biótico			Medio Socioeconómico				

NOTA:- La importancia de cada impacto se ha estimado en escala númerica de 1 a 4, la magnitud de cada acción sobre cada factor es de 1 a 4 y puede ser positiva (+) o negativa (-).

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados/BIOTIERRA Cia. Ltda

Elaboración: Gabriela Martínez

ANEXO 7

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN

ACCIONES / FACTORES			COMPONENTE FÍSICO				COMPONENTE BIOLÓGICO			COMPONENTE SOCIOLÓGICO, CULTURAL Y ESTÉTICO				
			AIRE		AGUA	SUELO	FLORA		FAUNA	SOCIOLÓGICO			CULTURAL	PAISAJÍSTICO
			Calidad del Aire	Ruido	Calidad del Agua	Calidad del Suelo	Diversidad y Abundancia	Especies Nativas	Especies	Seguridad Industrial	Salubridad	Generación de Empleo e Inversión	Comp social	Cambio del Paisaje
OPERACIÓN	FASE DE INSTALACIÓN	Trabajo y limpieza del área a utilizar	-1 1	-1 1	-1 1	-3 3	-3 2	-3 2	-3 2	1 1	1 1	2 1	-1 3	-3 3
		Movimiento de Tierra	-1 2	-2 1	-2 1	-3 3	-3 2	-3 2	-3 2	1 1	1 1	3 1	-1 3	-3 3
		Canales Perimetrales	-1 1	-1 1	-1 1	-2 1	-1 1			1 1	1 1	3 1	-1 1	-2 1
		Transporte y Acopio de Material, Movilización de Maquinaria	-2 2	-2 2	-2 2	-2 2				1 1	1 1	3 1	-1 1	-2 1
	FASE DE OPERACIÓN	Diseño de la celda diaria	-3 2	-3 2	-2 2	-3 2	-2 2	-2 2	-2 2	2 1	-2 2	2 1	-2 3	-2 2
		Compactación y Cobertura	-2 2	-2 2	-2 2	-3 3	-3 3	-3 3	-3 2	2 1	1 1	2 1	2 3	-2 2
		Control de Roedores y Plagas	-2 2	-1 1	-3 2	-3 2	-3 2	-3 2	-3 2	1 1	-2 1	1 1	2 2	-2 2
		Control de lixiviados												
		Manejo de Residuos Peligrosos	-2 1	-2 1	-2 2	-2 1	-1 1	-1 1	-1 2	-1 1	-2 1	2 1	1 2	-1 1
		Recuperación y Reciclaje de Residuos Sólidos	-2 2	-1 2	-1 2	-2 1	-2 1	-2 1	-2 2	-1 1	2 1	4 3	3 1	-2 2
		Compost de Resisuos orgánicos			-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	2 1	4 3	-1 1	-2 2
	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	MANTENIMIENTO DE LAS VÍAS DE ACCESO	-2 2	-2 1	-2 2	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	2 2	1 1	2 2		-1 2
		MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	-2 1	-1 1	-2 1	-1 1				2 2	1 1	2 2		-1 1
CIERRE DE OPERACIONES		RETIRO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	-3 2	-1 2	-3 2	-3 1	-3 2	-2 2	-3 2	3	2 1	3 1	2 1	4 1
		LIMPIEZA Y REHABILITACIÓN	4 3	-2 1	-2 1	3 1	2 1	1 3		2	2 1	3 1	3 2	4 1
		REMEDIACIÓN DE PASIVOS	3 3	2 1	3 1	3 1	3 1			2	1	3 1	3 2	4 1
		REHABILITACIÓN AMBIENTAL	3 3	2 1	3 4	4 2	4 3	1 2	3 4	4 1	4 1	3 1	4 1	4 4

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados/BIOTIERRA Cia. Ltda

Elaboración: Gabriela Martínez

ANEXO 8

MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS

FACTORES / ACCIONES			COMPONENTE FÍSICO				COMPONENTE BIOLÓGICO			COMPONENTE SOCIOLÓGICO, CULTURAL Y ESTÉTICO				
			AIRE		AGUA	SUELO	FLORA		FAUNA	SOCIOLÓGICO			CULTURAL	PAISAJÍSTICO
			Calidad del Aire	Ruido	Calidad del Agua Superficial	Calidad del Suelo	Diversidad y Abundancia	Especies Nativas	Especies	Seguridad Industrial	Salubridad	Generación de Empleo e Inversión	Comp social	Cambio del Paisaje
OPERACIÓN	FASE DE INSTALACIÓN	Trabajo y limpieza del área a utilizar	-1	-1	-1	-9	-6	-6	-6	1	1	2	-3	-9
		Movimiento de Tierra	-2	-2	-2	-9	-6	-6	-6	1	1	3	-3	-9
		Canales Perimetrales	-1	-1	-1	-2	-1	0	0	1	1	3	-1	-2
		Transporte y Acopio de Material, Movilización de Maquinaria	-4	-4	-4	-4	0	0	0	1	1	3	-1	-2
	FASE DE OPERACIÓN	Diseño de la celda diaria	-6	-6	-4	-6	-4	-4	-4	2	-4	2	-6	-4
		Compactacion y Cobertura	-4	-4	-4	-9	-9	-9	-6	2	1	2	6	-4
		Control de Roedores y Plagas	-4	-1	-6	-6	-6	-6	-6	1	-2	1	4	-4
		Control de Ilxiviados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Manejo de Residuos Peligrosos	-2	-2	-4	-2	-1	-1	-2	-1	-2	2	2	-1
		Recuperación y Reciclaje de Residuos Sólidos	0	0	-2	-1	-2	-2	-4	-1	2	12	-1	-4
		Compost de Resisuos organicos	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2	12	-1	-4
	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	MANTENIMIENTO DE LAS VIAS DE ACCESO	-4	-2	-4	-1	-1	-1	-1	4	1	4	0	-2
		MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	-2	-1	-2	-1	0	0	0	4	1	4	0	-1
CIERRE DE OPERACIONES		RETIRO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	-6	-2	-6	-3	-6	-4	-6	0	2	3	2	4
		LIMPIEZA Y REHABILITACIÓN	12	-2	-2	-3	2	3	0	0	2	3	6	4
		REMEDIACIÓN DE PASIVOS	9	2	3	3	3	0	0	0	0	3	6	4
		REHABILITACIÓN AMBIENTAL	9	2	12	8	12	2	12	4	4	3	4	16

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados/BIOTIERRA Cia. Ltda

Elaboración: Gabriela Martínez

ANEXO 9

CONTINUACIÓN MATRIZ DE RESULTADOS DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA UN MODELO DE GESTIÓN CON RESIDUOS SEPARADOS

AFECTACIÓN NEGATIVA	11	12	14	14	11	10	10	3	3	0	7	12
AFECTACIÓN POSITIVA	3	2	2	2	3	2	1	10	12	16	7	4
IMPACTO BAJO	8	12	10	5	5	4	1	10	12	6	7	5
IMPACTO MODERADO A ALTO	2	4	3	5	3	4	3	4	4	9	4	8
IMPACTO MUY ALTO	6	1	3	6	6	5	7	0	0	0	4	3
IMPACTO CRÍTICO	1	0	1	1	1	0	1	0	0	2	0	1
	17	17	17	17	15	13	12	14	16	17	15	17
AGREGACIÓN DE IMPACTOS	-6	-24	-28	-46	-26	-35	-30	18	11	62	14	-18
	-30		-28	-46	-61		-30	91			14	-18
	-104				-91			87				
	Medio Físico				Medio Biótico			Medio Socioeconómico				

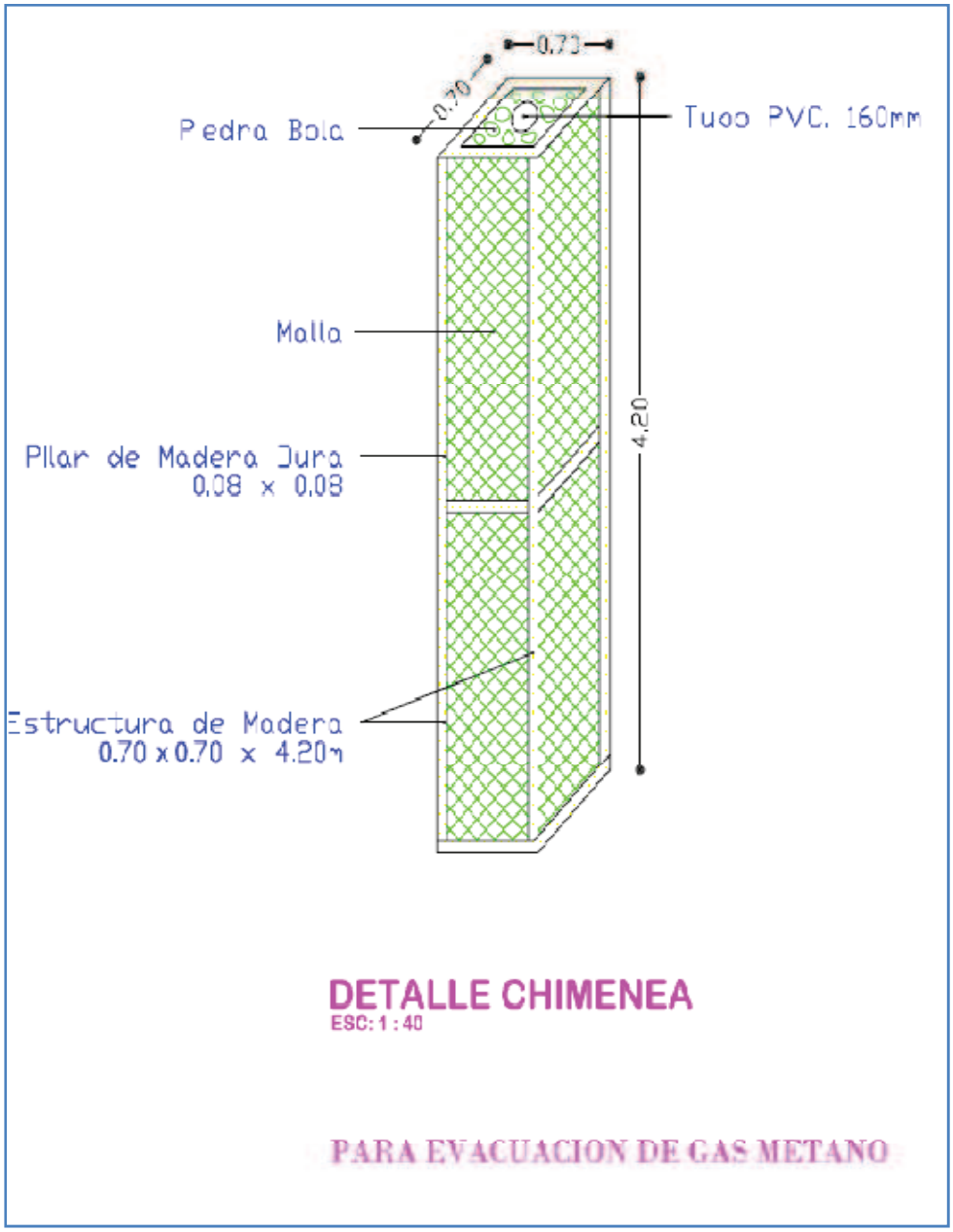
NOTA:- La importancia de cada impacto se ha estimado en escala numerica de 1 a 4, la magnitud de cada acción sobre cada factor es de 1 a 4 y puede ser positiva (+) o negativa (-).

Fuente: Gobiernos Autónomos Descentralizados/BIOTIERRA Cia. Ltda

Elaboración: Gabriela Martínez

ANEXO 10

DIMENSIONAMIENTO DE LA CHIMENEA PARA EVACUACIÓN DE BIOGAS.

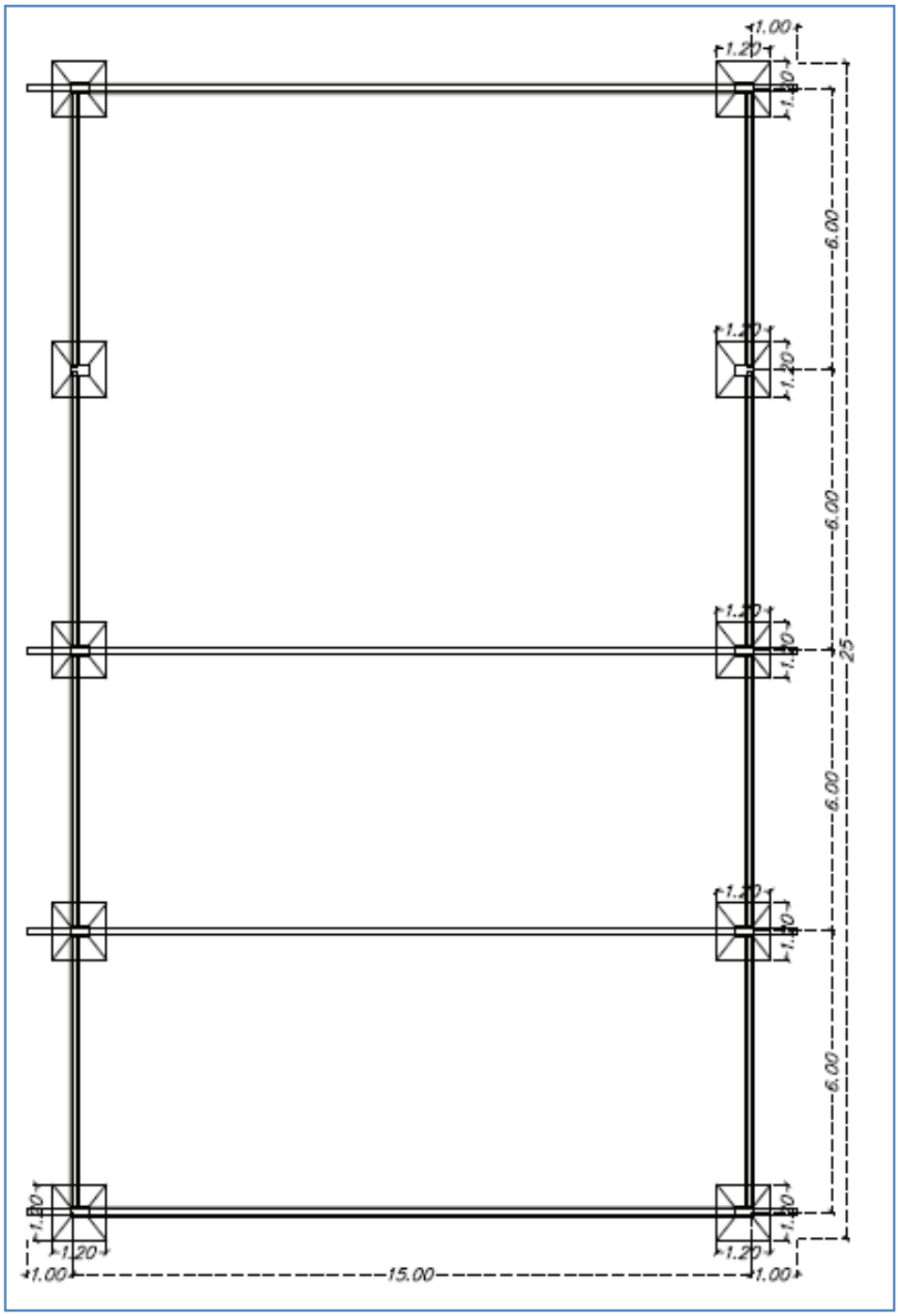


Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

ANEXO 11

DIMENSIONAMIENTO DE LA BASE DE LA CUBIERTA PARA LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL GAD DE SANTA CLARA

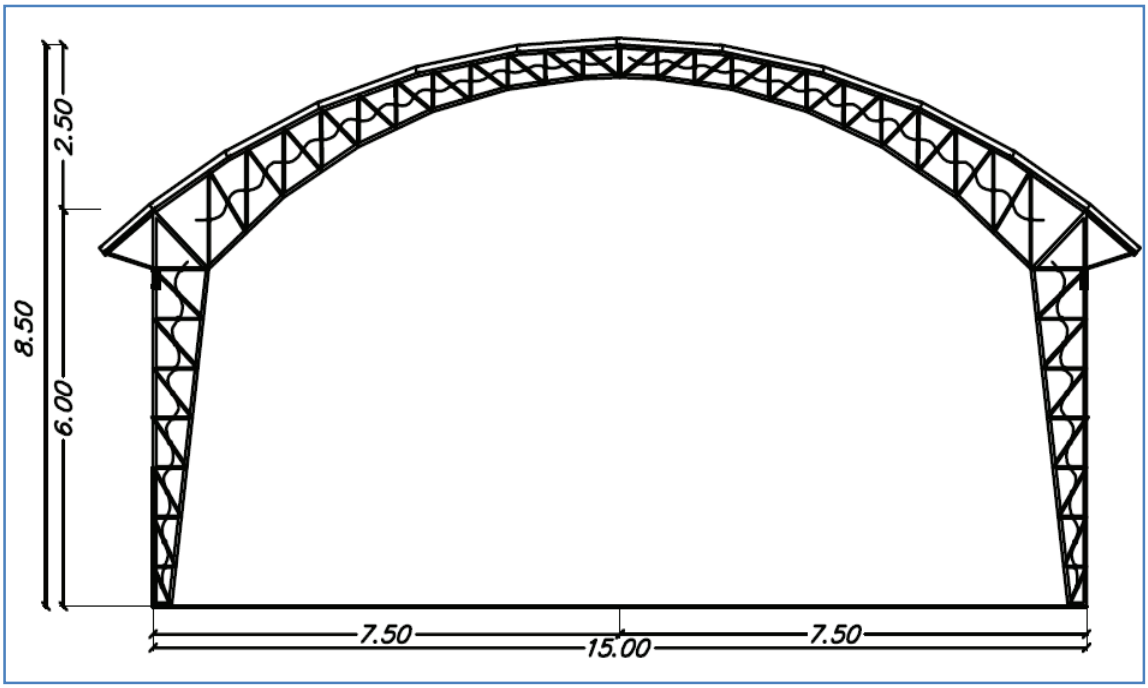


Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

ANEXO 12

DIMENSIONAMIENTO DE LA CUBIERTA PARA LA CELDA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL GAD DE SANTA CLARA



Fuente:GAD Santa Clara

Elaboración:GAD Santa Clara/Gabriela Martínez

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperaciónCOSUDE, Fundación Natura, **"CIUDAD, AMBIENTE Y HOSPITALES. UN GRAN CAMBIO EN LA GESTIÓN DE DESECHOS HOSPITALARIOS EN EL ECUADOR"**, 2003. http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/cambio.pdf.
2. Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo ACUMAR, **"PLAN MAESTRO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS"**, Argentina, 2010.
3. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Panamericana de la Salud BID-OPS, **"DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE"**
4. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS-BS/OPS, **"DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES** ,2007. http://www.bvsde.paho.org/curso_rsm/e/index.html.
5. Concha Góngora J., **"BENEFICIOS Y COSTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS: CHILE Y PAISES SELECCIONADOS",** Santiago de Chile, 2003.
6. **CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.** 2008
7. Del Val A., **"TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS",** España, 1996.
8. Grupo de Acción para el Medio Ambiente GRAMA, **"MANUAL DEL BUEN COMPOSTADOR"**, España, 2005.
9. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INEC,** 2010.
10. Jaramillo J., **"GUÍA PARA EL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES"**, Washington D.C., USA, 1997.
11. Kiely G., **"INGENIERÍA AMBIENTAL. FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN"**, McGraw-Hill, España, 1999.
12. Martínez C., **"POTENCIAL DE LOMBRICULTURA"**, México, 1996.
13. Medina M., **"RECICLAJE DE DESECHOS SÓLIDOS EN AMÉRICA LATINA"**, México, 1999.
14. Muñoz M., M.Sc.,"**SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. MANUAL DE OPERACIÓN"**, Ecuador, 2007.
15. Muñoz M., M.Sc.,"**MANUAL DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS"**, Unión Europea. Asamtech. Ministerio del Ambiente, Ecuador, 2008.
16. Ortíz C., "**ESTUDIO DE SOLIDIFICACIÓN DE PILAS Y BATERÍAS DE USO DOMÉSTICO MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACRO ENCAPSULACIÓN"**, Ecuador, 2009.

17. Ochoa O., **"DESECHOS SÓLIDOS"**, España, 2009.
18. Patón S., **"INTRODUCCIÓN A LA BIOESTADÍSTICA DE CAMPO"**, Ecuador, 1994.
19. Rodríguez M., Córdova A., **"MANUAL DE COMPOSTAJE MUNICIPAL. TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS"**, México, 2006.
20. Rodríguez D., Simbaña D., **"GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS UNIVERSITARIOS PARA LA COMUNIDAD POLITÉCNICA DEL CAMPUS J. RUBEN ORELLANA R."**, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2010.
21. Sánchez G., **"GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LOS MUNICIPIOS DE ACTOPAN, SAN SALVADOR, Y EL ARENAL DEL ESTADO DE HIDALGO"**, México, 2007.
22. Secretaria del Desarrollo Social SEDESOL, **"MANUAL TÉCNICO SOBRE GENERACIÓN, RECOLECCIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES"**, México, 1994.
23. Sztem D., Pravia M., **"MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST. BASES CONCEPTUALES Y PROCEDIMIENTOS"**, 1999.
24. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria Ecuatoriana TULAS, Libro VI, Anexo 6.
25. Tchobanoglous G., Theisen H., &Vigils S., "**GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS"**, McGraw-Hill, España, 1994.
26. Tipán R., Yánez J., **"MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ÁREAS RURALES"**, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2011.
27. World Bank-Banco Mundial, **"ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES INTERNACIONALES"**, 2011. http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/EXTTEMAS/EXTCSOSPANISH/0,,contentMDK:20780038~menuPK:2175018~pagePK:220503~piPK:220476~theSitePK:1490924~isCURL:Y,00.html