

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

TEMA:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL NUEVO RELLENO SANITARIO DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ANA.

PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, FEDERICO ANTONIO.
MENDOZA GARCÍA, JOSÉ ALBERTO.

DOCENTE DIRECTOR:
ING. SORAYA LISSETTE BARRERA DE GARCÍA

NOVIEMBRE 2013

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, FEDERICO ANTONIO.

MENDOZA GARCÍA, JOSÉ ALBERTO.

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR:

ING. SORAYA LISSETTE BARRERA DE GARCÍA

SANTA ANA, NOVIEMBRE DE 2013

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR: _____

ING. SORAYA LISSETTE BARRERA DE GARCÍA

SANTA ANA, NOVIEMBRE DE 2013

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.

VICERRECTOR ACADÉMICO:

MSD. ANA MARÍA GLOWER DE ALVARADO.

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO:

LIC. SALVADOR CASTILLO ARÉVALO.

SECRETARIO GENERAL:

DRA. ANA LETICIA ZABALETA DE AMAYA.

FISCAL GENERAL:

LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA.

AUTORIDADES DE LA FACULTAD
MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO:

LIC. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ.

VICE-DECANO:

ING. WILLIAM VIRGILIO ZAMORA GIRÓN.

SECRETARIO:

LIC. VÍCTOR HUGO MERINO QUEZADA.

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA:

ING. SORAYA LISSETTE BARRERA DE GARCÍA.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso quien desde siempre ha dirigido mi vida y a quien le debo todo. A la Virgen María, por cuidar de mí durante toda mi vida he interceder por mí ante su hijo Jesús.

A mis padres, Húl Amelia García Recinos y José Alberto Mendoza Cristales a quienes debo todo lo que soy, y mis triunfos no son más que el reflejo de su amor y entereza ante la vida. Gracias desde el fondo de mi corazón.

A mis hermanos por su apoyo incondicional, en todos los momentos de mi vida.

Al Ingeniero Carlos Arturo Ruano Salazar, quien no solo me enseñó en lo académico sino también para la vida, y que sin duda es un pilar de la carrera de Ingeniería Industrial.

Al ingeniero Douglas Rodezno y al ingeniero Eliseo Meléndez, por el asesoramiento de nuestro trabajo de graduación.

A mi docente directora ingeniera Soraya Lisette Barrera de García, por haber retomado nuestro trabajo de grado y ayudarnos con su profesionalismo a orientarnos para una culminación satisfactoria.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

JOSÉ ALBERTO MENDOZA GARCÍA

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios todo poderoso y a la virgen María, que siempre estuvieron dirigiendo mis pasos a lo largo de mi carrera, nunca me faltó su auxilio en los momentos difíciles, dándome fuerza y perseverancia para poder celebrar este éxito ahora.

A mis padres Marco Antonio Gutiérrez (Q.E.P.D) y María Milagro González de Gutiérrez, por los esfuerzos que hicieron para que este día haya llegado, gracias por su confianza, apoyo y amor demostrado.

A mi hija Ana Ruth por ser ahora mi inspiración, a mis hermanos Mario Daniel Julio y Lorena por su confianza. A mis sobrinos y amigos que día con día me daban el apoyo necesario para seguir adelante.

A todos mis profesores que me formaron en especial al Ing. Carlos Arturo Ruano, a la Ing. Soraya Lissette Barrera de García, al Ing. Douglas García Rodezno.

Al Ing. Máximo Antonio Valdés por su asesoría y colaboración en este éxito.

A mi compañero José Alberto pieza fundamental para el desarrollo de este trabajo.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

FEDERICO ANTONIO GUTIÉRREZ GONZÁLES

ÍNDICE

| CONTENIDO | PÁG. |
|---|-------------|
| <u>CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO.</u> | |
| 1.1 Introducción..... | 2 |
| 1.3 Antecedentes..... | 5 |
| 1.3.1 A nivel mundial..... | 5 |
| 1.3.1.1 Primeras prácticas de disposición final de la basura..... | 6 |
| 1.3.1.2 Manejo de los desechos sólidos..... | 9 |
| 1.3.1.2.1 En Estados Unidos..... | 9 |
| 1.3.1.2.2 En Argentina..... | 10 |
| 1.3.1.2.3 En Brasil..... | 11 |
| 1.3.1.2.4 En Chile..... | 11 |
| 1.3.1.2.5 En México..... | 12 |
| 1.3.1.2.6 En China..... | 13 |
| 1.3.1.2.7 En Europa..... | 14 |
| 1.3.1.2.8 En Alemania..... | 15 |
| 1.3.2 En El Salvador..... | 16 |
| 1.3.2.1 Evolución de la gestión de los desechos sólidos..... | 18 |
| 1.3.3 En la Ciudad de Santa Ana..... | 21 |
| 1.4 Planteamiento del problema..... | 25 |
| 1.5 Justificación..... | 28 |
| 1.2 Objetivos..... | 29 |
| 1.2.1 General..... | 29 |
| 1.2.2 Específicos..... | 29 |
| 1.6 Alcances..... | 30 |
| 1.7 Limitaciones..... | 31 |
| 1.8 Métodos de investigación..... | 32 |
| 1.8.1 Investigación bibliográfica..... | 32 |
| 1.8.2 Investigación de campo..... | 33 |
| 1.9 Técnicas e instrumentos de recolección de información..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 1.9.1 Encuestas..... | 33 |
| 1.9.1.1 Determinación del universo y la muestra para las encuestas..... | 34 |
| 1.9.2 Entrevistas..... | 35 |
| 1.9.3 Muestreo de basura en cada municipio..... | 36 |
| 1.9.3.1 Determinación del universo y la muestra..... | 37 |
| 1.9.4 Caracterización de los desechos sólidos..... | 39 |
| | |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | |
| LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LOS TIPOS DE PLANTAS PARA SU SEPARACIÓN. | |
| 2.1 Introducción..... | 46 |
| 2.2 Definición de planta de separación y de desechos sólidos urbanos..... | 47 |
| 2.2.1 Definición de planta de separación..... | 48 |
| 2.2.2 Definición de desechos sólidos urbanos (DSU)..... | 49 |
| 2.3 Plantas de separación de desechos sólidos urbanos..... | 49 |
| 2.3.1 Ventajas y desventajas..... | 51 |
| 2.4 Clasificación de los desechos sólidos urbanos..... | 53 |
| 2.4.1 Por su origen los DSU se pueden clasificar en:..... | 53 |
| 2.4.2 Por su composición los DSU se pueden clasificar en:..... | 54 |
| 2.4.3 Por su peligrosidad..... | 54 |
| 2.5 Etapas en el manejo de los desechos sólidos..... | 56 |
| 2.5.1 Generación..... | 56 |
| 2.5.2 Almacenamiento..... | 56 |
| 2.5.3 Recolección..... | 56 |
| 2.5.4 Transferencia y transporte..... | 56 |
| 2.5.5 Tratamiento..... | 57 |
| 2.5.6 Disposición final..... | 57 |
| 2.6 Manejo integral de los desechos sólidos..... | 57 |
| 2.6.1 Ley de las 3R's..... | 57 |
| 2.6.1.1 Reducción en el origen..... | 58 |
| 2.6.1.2 Reusando la basura..... | 59 |

| | |
|---|-----|
| 2.6.1.3 Reciclaje..... | 60 |
| 2.7 Aspectos generales de los materiales inorgánicos..... | 61 |
| 2.7.1 Clasificación de los desechos sólidos inorgánicos..... | 61 |
| 2.7.2 Historia, reciclaje y tipos de cada uno de los materiales inorgánicos..... | 62 |
| 2.7.3 Propiedades de los materiales inorgánicos..... | 68 |
| 2.7.3.1 Propiedades generales de los materiales inorgánicos..... | 68 |
| 2.8 Legislación ambiental de El Salvador..... | 76 |
| 2.8.1 Marco normativo..... | 76 |
| 2.8.1.1 A nivel Nacional..... | 76 |
| 2.8.1.2 A nivel local..... | 76 |
| | |
| CAPÍTULO III DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LOS MUNICIPIOS DE CHALCHUAPA, SAN SEBASTIÁN SALITRILLO, SANTA ANA Y EL CONGO. | |
| 3.1 Introducción..... | 79 |
| 3.2 Diagnostico de la situación actual de los municipios en estudio..... | 80 |
| 3.2.1 Sistema de recolección, cantidad y tipo de desechos sólidos en el municipio de Santa Ana..... | 80 |
| 3.2.2 Sistema de recolección, cantidad y tipo de desechos sólidos en el municipio de San Sebastián Salitrillo..... | 89 |
| 3.2.3 Sistema de recolección, cantidad y tipo de desechos sólidos en el municipio del Congo..... | 96 |
| 3.2.4 Sistema de recolección, cantidad y tipo de desechos sólidos en el municipio de Chalchuapa..... | 101 |
| 3.3 Caracterización de los desechos sólidos..... | 108 |
| 3.4 Caracterización general de los desechos sólidos en los cuatro municipios..... | 116 |
| 3.5 Materiales recolectados diariamente en los cuatro municipios en donde se llevó a cabo el diagnostico | 118 |
| 3.6 Municipios potenciales del departamento de Santa Ana que depositaran la basura en el nuevo relleno sanitario..... | 120 |

CAPÍTULO IV PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA ANA.

| | | |
|-----------|---|-----|
| 4.1 | Introducción..... | 124 |
| 4.2 | Estudio de mercado del reciclaje..... | 125 |
| 4.2.1 | Actores dentro del mercado del reciclaje..... | 126 |
| 4.2.1.1 | Generadores..... | 126 |
| 4.2.1.2 | Recolectores/Pepeadores..... | 126 |
| 4.2.1.3 | Intermediarios minoristas..... | 126 |
| 4.2.1.4 | Intermediarios mayoristas..... | 127 |
| 4.2.1.5 | Procesadores y maquiladores..... | 127 |
| 4.2.1.6 | Consumidores..... | 127 |
| 4.2.2 | Materiales reciclables..... | 128 |
| 4.2.2.1 | Exportación de materiales reciclables..... | 131 |
| 4.2.3 | Análisis de precios de los materiales a separar de los desechos sólidos..... | 132 |
| 4.3 | Proyecciones de la generación de los desechos sólidos..... | 133 |
| 4.4 | Comercialización..... | 139 |
| 4.4.1 | Canales de comercialización..... | 139 |
| 4.4.1.1 | Esquema de la estructura de comercialización para los distintos materiales separados..... | 139 |
| 4.5 | Estudio técnico..... | 140 |
| 4.5.1 | Determinación de la capacidad instalada de la planta..... | 140 |
| 4.5.2 | Localización de la planta..... | 141 |
| 4.5.3 | Ingeniería del proyecto..... | 142 |
| 4.5.3.1 | Componentes del sistema de recuperación de materiales... | 142 |
| 4.5.3.1.1 | Recepción de materiales..... | 142 |
| 4.5.3.1.2 | Pre- calcificación (tròmel)..... | 142 |
| 4.5.3.1.3 | Banda transportadora (banda de clasificación)..... | 143 |
| 4.5.3.1.4 | Compactación..... | 144 |

| | |
|---|-----|
| 4.5.3.1.5 Pesaje..... | 145 |
| 4.5.3.1.6 Electroimán..... | 145 |
| 4.5.3.2 Descripción del proceso productivo..... | 146 |
| 4.5.3.2.1 Flujograma sinóptico del proceso de separación de los materiales inorgánicos..... | 147 |
| 4.5.4 Selección de la maquinaria..... | 148 |
| 4.5.5 Calculo de la mano de obra..... | 151 |
| 4.5.5.1 Área de recepción de desechos sólidos..... | 152 |
| 4.5.5.2 Área de clasificación..... | 152 |
| 4.5.5.3 Área de prensado..... | 154 |
| 4.5.5.4 Área de pesaje..... | 154 |
| 4.5.5.5 Área de almacenamiento..... | 155 |
| 4.5.5.6 Área de material no recuperado..... | 155 |
| 4.5.5.7 Área de mantenimiento..... | 155 |
| 4.5.5.8 Área de oficina administrativa..... | 155 |
| 4.5.6 Distribución de la planta..... | 155 |
| 4.5.7 Calculo de áreas de la empresa..... | 160 |
| 4.5.8 Programa de higiene y seguridad industrial..... | 178 |
| 4.5.9 Organización del recurso humano..... | 184 |
| 4.5.9.1 Organigrama general de la planta de separación de desechos sólidos..... | 184 |
| 4.5.9.2 Perfil del recurso humano..... | 186 |
| 4.5.10 Requerimientos de agua y energía eléctrica..... | 188 |
| CAPITULO V ESTUDIO ECONÓMICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA | |
| 5.1 Introducción..... | 193 |
| 5.2 Estudio económico..... | 194 |
| 5.2.1 Inversión fija y diferida..... | 194 |
| 5.2.1.1 Inversión fija..... | 194 |
| 5.2.1.2 Inversión diferida..... | 199 |
| 5.2.1.3 Depreciación y amortización de la inversión fija y diferida..... | 200 |
| 5.2.2 Determinación de los costos..... | 202 |

| | |
|--|-----|
| 5.2.2.1 Costos administrativos..... | 202 |
| 5.2.2.2 Costos de producción..... | 202 |
| 5.2.2.3 Costos de venta..... | 209 |
| 5.2.2.4 Costos financieros..... | 209 |
| 5.2.2.5 Costo total de operaciones de la planta de separación de desechos sólidos..... | 210 |
| 5.2.3 Determinación del precio de venta..... | 211 |
| 5.2.4 Punto de equilibrio..... | 212 |
| 5.2.5 Capital de trabajo..... | 215 |
| 5.2.6 Estados financieros..... | 215 |
| 5.2.6.1 Estado de resultados pro-forma..... | 216 |
| 5.2.6.2 Balance general inicial..... | 218 |
| 5.3 Evaluación económica..... | 219 |
| 5.3.1 Calculo de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)..... | 219 |
| 5.3.2 Cálculo del valor presente neto (VPN)..... | 220 |
| 5.3.3 Calculo de la tasa interna de retorno (TIR)..... | 222 |
| 5.3.4 Razón beneficio – costo (B/C)..... | 222 |
| 5.3.5 Análisis de sensibilidad..... | 224 |
| 5.3.5.1 Sensibilidad de la planta al presentar un 80% en ventas, es decir un decremento del 20% de las mismas..... | 224 |
| 5.3.5.2 Sensibilidad de la planta al presentar un 50% en ventas, es decir un decremento del 50% de las mismas..... | 227 |
| 5.3.5.3 Sensibilidad de la planta al presentar un 20% en ventas, es decir un decremento del 80% de las mismas..... | 227 |
| 5.3.5.4 Sensibilidad de la planta al presentar un incremento del 30% en los costos de producción, administrativos, y un aumento en la tasa efectiva de 66.25% de los gastos financieros..... | 231 |

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|--------------------------|-----|
| 6.1 Conclusiones..... | 235 |
| 6.2 Recomendaciones..... | 237 |

bibliografía

Glosario

Anexos

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas graves que existe en las ciudades del mundo, es la generación excesiva de residuos sólidos. En las sociedades modernas la basura se produce continuamente, a cada momento y al final de cada año las cantidades generadas suman cientos de miles de toneladas. El problema es que los sistemas de recolección y manejo, así como los lugares apropiados para depositarla, no se desarrollan en la misma proporción y capacidad. Por ello cada día la basura se desborda y contamina el medio ambiente.

Lo que comúnmente llamamos basura, técnicamente se conoce como desechos sólidos y consiste básicamente de todo material, producto de las actividades humanas, que se bota o elimina por carecer de valor o utilidad. Al no manejarse adecuadamente estos materiales provocan efectos nocivos en la salud humana y el medio ambiente. Particularmente, la presencia de basura sin ningún tratamiento da lugar a la proliferación de vectores (portadores de enfermedades) y a la contaminación de aguas superficiales, subterráneas, el aire, el suelo y el paisaje¹.

Este documento presenta cómo el volumen de basura se ha ido incrementando a través del tiempo hasta convertirse en un serio problema para el Medio Ambiente y la humanidad, la cual está buscando mejorar las medidas en su tratamiento y evitar que se siga contaminando. Es por ello que se están adoptando medidas, las cuales llevan a la reutilización de ciertos tipos de materiales. Pero para ello es necesario separar todo material que pueda ser útil, por medio de plantas separadoras de estos materiales, las cuales diferentes países han creado con diferentes diseños, dependiendo a lo que estos requieran.

¹ ¿Qué se puede hacer con la basura? Compost y compostaje. Parte I. Por Gladis R. Lemus

En el Salvador y específicamente en la ciudad de Santa Ana, la basura es un serio problema ya que con el relleno sanitario que se contaba (relleno sanitario de Cutumay Camones) fue clausurado en el 2007 por ser un serio contaminante ambiental. En la actualidad se están llevando a cabo proyectos para la construcción de nuevos rellenos sanitarios que cumplan con lo establecido en la ley de medio ambiente. Los actuales rellenos sanitarios y los que están en vías de ser construidos no cuentan con una planta de separación de los desechos sólidos y es por ello que el presente trabajo trata sobre el diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario en el departamento de Santa Ana.

El planteamiento del problema de este estudio da a conocer los problemas que causa la basura y que lo origina, así como también la solución que se puede llevar a cabo por medio del estudio. Incluye objetivos que orientan el trabajo hacia lo que se pretende lograr con el proyecto, alcances que exponen los lineamientos sobre los cuales se guiará el estudio y hasta donde se pretende llegar. Las limitaciones plantean algunos aspectos que de una u otra forma impiden el proceso investigativo del estudio.

En la justificación se hace énfasis en la problemática que representa la falta de una planta de separación de los desechos sólidos, dando idea de cómo afectará a través del tiempo el aumento de la basura debido al crecimiento poblacional y la cultura de consumo en nuestro país.

1.2 ANTECEDENTES.

1.2.1 A NIVEL MUNDIAL.

La aparición del hombre sobre la tierra produjo que estos tuvieran ciertas necesidades de asociarse trayendo consigo numerosas formas de sobrevivir, esta evolución de las sociedades ha traído consigo la generación de basura y se hace necesario el tratamiento de esta.

Hace unos 10,000 años A.C., del nomadismo al sedentarismo, origina las primeras concentraciones humanas, y es entonces cuando comienza el problema de los residuos que, en un principio, eran depositados en el entorno inmediato, sin sistema de recogida o tratamiento alguno².

El hombre a través de la historia ha tenido que ingeniarse la forma de manejar la basura producto de sus actividades cotidianas, de maneras tan diversas como los botaderos, los cuales se siguen utilizando en la actualidad con ciertos cambios. Así alrededor del año 500 A.C. en Atenas se organizó el primer botadero municipal en el mundo occidental y fueron requeridos recogedores para disponer los desechos, al menos a una milla fuera de los muros de la ciudad.

Es así como a través de los siglos, el problema de la basura ha sido abordado y tratado por medio de las leyes, las cuales han tratado de normar el manejo de ésta. Hacia el año 1,900 las condiciones de inmundicia y suciedad se hacían notorias en el mundo occidental y los ciudadanos empezaron a presionar a los gobiernos para que se preocuparan por ellos, a lo que los gobiernos respondieron contratando personal especial que solucionara el problema, fue hasta entonces que se comenzó a tratar con la disposición de desechos, poniendo énfasis en los desechos sólidos.

² <http://html.rincondelvago.com/basuras-y-residuos.html>

Una de las formas por las cuales algunos países intentan solucionar el grave problema de la contaminación del medio ambiente debido a los desechos sólidos es: buscando mecanismos que realicen la separación de los materiales que están en la basura y que pueden ser reutilizados. Los materiales que generan mayores problemas de contaminación son los inorgánicos y es por ello que se intenta separarlos y darles otra utilidad por medio del reciclaje.

En la actualidad muchos países comprometidos con la disminución de la contaminación del medio ambiente por medio de la basura, han adoptado medidas que llevan a la separación de los desechos sólidos y darle otro tipo de uso ya sea para reciclaje o utilizarla para la producción de energía eléctrica, dependiendo de las prioridades de cada país.

1.2.1.1 PRIMERAS PRÁCTICAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE LA BASURA

Los métodos más comúnmente reconocidos para la disposición final de desechos sólidos a principios de siglo XX eran: 1) arrojar sobre el suelo, 2) arrojar en el agua, 3) enterrar con arado en el suelo, 4) alimento para porcinos, 5) reducción, y 6) incineración. No todos estos métodos eran aplicables a todos los tipos de desechos. Enterrar con arado en el suelo se usaba para desechos de alimentos y barrido de calles. Alimento para porcinos y la reducción se usaron específicamente para desechos de alimentos³.

Arrojar sobre el suelo. Debido a que era una tarea simple, acarrear los desechos sólidos hasta los extramuros de la población y arrojarlos allí, los botaderos a campo abierto se convirtieron en un método común de disposición para comunidades urbanas, y la quema de estos botaderos fue una práctica común. Los botaderos a campo abierto también atrajeron moscas y ratas que

³ Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración, serie: Ambiente y los Recursos Naturales Renovables AR-16. Traducción: Armando Cubillos, Mérida – Venezuela 1982

diseminaron enfermedades. Esta disposición peligrosa se convirtió en un tema de gran preocupación para las autoridades de salud pública a quienes se les dio la responsabilidad para controlar los desechos sólidos.

Arrojar en el agua. Aunque este método fue usado por algunas ciudades costeras, no fue favorecido debido a que las consecuencias de la polución fueron bien reconocidas. La desfiguración de la playa de Coney Island en la ciudad de Nueva York se convirtió en un caso oportuno. Sin embargo, la práctica continuó hasta 1933 cuando fue prohibido, finalmente, por la Corte Suprema de los Estados Unidos.

Enterrar con arado en el suelo. Como ya se mencionó, este método de disposición mediante entierro con arado en el suelo fue usado para desechos de alimentos y barrido de calles. Debido a la necesidad de grandes áreas de terreno y al hecho de que los desechos de alimentos debían ser separados de otros desechos, este método no se usó extensivamente, pero volvió a tener interés en los años 1970.

Alimento para porcinos. Con frecuencia, los desechos de alimentos fueron dados a cerdos en granjas cercanas a áreas urbanas, tales como las del Condado de Los Ángeles y en las planicies de Nueva Jersey. Los desechos de alimentos de la ciudad de Nueva York fueron dados a cerdos en las granjas malolientes al pasar el río en Secaucus, Nueva Jersey. Desafortunadamente, debido a esta práctica se extendió la triquinosis cuando se dieron pedazos de cerdo contaminado en la recirculación de desechos de alimentos, los que reinfectaron a otros cerdos y a la gente que consumió su carne. Hasta un 16 por ciento de la población de los Estados Unidos fue infectada al comer cerdo, alimentados con desechos de alimentos en el primer tercio de este siglo. No obstante, esta práctica continuó en los años 50 y todavía se usa en algunas áreas aisladas de los Estados Unidos, bajo condiciones controladas de cocción y racionamiento.

Reducción. La reducción de desechos de alimentos, un método que ya no se usa, era un proceso de extracción de la grasa mediante el cual los desechos se trataban para separar las partes sólida y líquida y recuperar la grasa contenida en una o ambas porciones. La parte sólida era conocida como "fertilizante orgánico". Se desarrollaron y usaron varios procesos. La grasa recuperada se usó para hacer pomadas y los grados más baratos de perfumería, lo mismo que como grasa para vagones.

Incineración. Aunque la incineración fue considerada como un método de disposición final a principios de siglo, ahora es considerada como un proceso de reducción de volumen o un proceso de conversión de energía.

Todas estas prácticas de disposición final de los desechos sólidos, en la actualidad son obsoletas debido a las grandes extensiones de terreno que se tenían que utilizar y porque hoy se generan otros tipos de basura los cuales permanecen mucho más tiempo en el ambiente sin degradarse y esto aunado a que las cantidades de desechos son mucho más grandes.

Sabiendo que las medidas tomadas para la disposición final de los desechos sólidos no eran las más idóneas debido a la evolución de todas las formas de la basura, se comenzó a tomar otras medidas, y una de ellas fue la de crear rellenos sanitarios los cuales tendrían la capacidad de alojar toda la basura generada, pero con el tiempo estos rellenos sanitarios se han vuelto insuficientes para contener toda la basura que se genera diariamente en las ciudades y es por lo cual a estos rellenos se les trata de dar más vida útil por medio de la separación de los materiales que permanecen por mucho más tiempo en el relleno sin degradarse.

1.2.1.2 MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

1.2.1.2.1 EN ESTADOS UNIDOS

Los comienzos del manejo de los desechos sólidos se pueden hallar en la antigüedad y en la práctica de recircular desechos producidos por el hombre. Uno de los primeros intentos de manejo de los desechos sólidos en los Estados Unidos tuvo lugar a principios de siglo XX cuando la ciudad de Nueva York construyó un dique de madera alrededor de la isla Rikers en el río Este y llenó el área detrás de los pantanos con cenizas, desperdicios y barrido de calles. Los desechos fueron transferidos de vagones a lanchones en la ciudad de Nueva York, remolcados a la isla, descargados mediante dragas de almeja a un transportador o a carros sobre rieles, y distribuidos. Ciertamente, fue necesaria alguna clase de plan de manejo para realizar esta gran operación⁴.

El manejo esclarecido de desechos sólidos, con énfasis en el descargue controlado (conocido ahora como "relleno sanitario"), se puede encontrar a principios de los años 1940 en los Estados Unidos y una década antes en el Reino Unido. La ciudad de Nueva York, bajo el liderazgo del alcalde la Guardia y Fresno, California, con su director de obras públicas inclinado a la sanidad, Jean Vincenz, fueron los pioneros en el método del relleno sanitario para grandes ciudades. Durante la segunda guerra mundial, el cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos, bajo la dirección de Jean Vincenz, quien entonces dirigía la división de reparaciones y servicios en Washington, modernizó los programas de desechos sólidos para servir como modelo de rellenos sanitarios para comunidades de todos los tamaños.

⁴ Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración. Serie: Ambiente y los Recursos Naturales Renovables AR-16. Traducción: Armando Cubillos. Mérida – Venezuela 1982

En la década de 1980, el gobierno federal recomendó promover el reciclado de la basura como primera prioridad, antes de la incineración de esta. De 1980 a 1986, el reciclado aumento y con ello se han desarrollado un amplio sistema de plantas de separación y limpia de materiales reciclables⁵.

En las últimas tres décadas la compañía estadounidense, CP-GROUP, sea convertido en la empresa número uno en la industria de separación de residuos sólidos municipales por la novedosa tecnología que utiliza para separar los materiales que se encuentran en la basura.

1.2.1.2.2 EN ARGENTINA

En Argentina en el año 2000, se firmó un convenio entre las localidades de Esquel y Trevelin para gestionar la construcción de una planta que incluyera una planta de separación de residuos, un relleno sanitario, planta de compostaje y tratamiento de lixiviados. En el 2007 se convierte en realidad la construcción de la planta con el financiamiento del gobierno provincial.

Los esfuerzos por lograr solucionar el grave problema de la basura en Argentina no termina ahí, la empresa pública, coordinación ecológica área metropolitana sociedad del estado (CEAMSE), la cual se encargada de la gestión de residuos sólidos urbanos en Buenos Aires, decidió impulsar de manera concreta una política que tenga el reciclaje como uno de los ejes fundamentales de su gestión. Definió la construcción y el establecimiento de plantas de clasificación y separación de residuos en los complejos ambientales que posee en el conurbano bonaerense. El objetivo inicial era reducir, de manera progresiva en un plazo de 5 años, un 20% la cantidad de residuos que se disponen en los

⁵ La gestión de los residuos sólidos de Estados Unidos en la encrucijada. Maarten de Kad. Pág. 84

rellenos sanitarios, recuperando materiales para su reingreso a la cadena productiva⁶.

En diciembre de 2004 inicia el funcionamiento de la primera planta social de separación, en la cual se incorporó los conceptos de separación, clasificación y reciclaje. En estas plantas los recolectores informales, también llamados cartoneros o cirujas, organizados en asociaciones civiles, realizan la tarea de separar y clasificar, con las maquinarias y el equipamiento de higiene y seguridad necesario.

Al observar los esfuerzos por mejorar el medio ambiente por parte de la población, la empresa privada presenta iniciativas para la construcción de plantas con el objetivo de clasificar y separar los residuos urbanos. CEAMSE fue la encargada de seleccionar las empresas que ofrecieran las mejores condiciones y el cumplimiento de la ordenanza municipal, leyes penales, obligaciones previsionales, sociales y normas de seguridad. Adicionalmente se comprometieron a realizar las inversiones necesarias para la completa construcción de cada planta de clasificación y separación de residuos urbanos, y a dar empleo a los recicladores informales de la zona para que integren el plantel de trabajadores de cada planta. En enero del 2006, inicia operaciones la primera planta privada de separación y la última planta de este tipo, entro en funcionamiento en el año 2007. Estas plantas ayudaron mucho a la conservación del medio ambiente y se asegura que las futuras generaciones tengan un ambiente libre de basura.

1.2.1.2.3 EN BRASIL

En Brasil, en 1992 se consideró la reforma conceptual en materia ecológica como parte central del proceso de elaboración de leyes, integrándose con el

⁶ <http://ceamse.gov.ar/plantas-declasificacion-y-separacion/>

desarrollo económico y social. Actualmente en la ciudad de Curitiba el municipio compra la basura de los ciudadanos.

En 1996 en la alcaldía municipal de Cascavel llevo a cabo el estudio del proyecto de recolección selectiva de la basura por medio del programa ECOBASURA. En la cual se involucró a los ciudadanos e instituciones, para que estos contribuyeran a la separación de los materiales a reciclar en el lugar de su generación y posteriormente ser transportada por medio de los camiones recolectores al centro de procesamiento y transferencia de materiales reciclables.

1.2.1.2.4 EN CHILE

En Chile se creó en 1994, un centro modelo de desechos en el cual se incluía no sólo el relleno sanitario para los desechos municipales sino también un centro de tratamiento para la estabilización y procesamiento de desechos peligrosos, una célula para la disposición de desechos peligrosos no tratables, una célula para desechos médicos, estaciones de transferencia situadas en toda la ciudad para clasificar y compactar los desechos, y un sistema de transporte ferroviario para llevar los desechos al sitio de disposición final ubicado a una distancia de 50 kilómetros.

La cantidad de residuos sólidos generados en Chile, según estimaciones para el período 2000-2009, presenta un crecimiento variable debido, principalmente, al aumento de la población, crecimiento en la producción industrial y tasas de valorización de residuos aún incipientes. La generación estimada de Residuos Sólidos Municipales (RSM) en el año 2009 fue de 6,5 millones de toneladas, lo cual presenta un incremento del 28% respecto del año 2000, en que la generación fue de 5 millones de toneladas. No obstante, a nivel industrial y

municipal existen prácticas de manejo de residuos orientadas a la prevención y valorización en forma ambientalmente racional⁷.

Desde el ámbito académico, la universidad de Chile, elaboro una propuesta para la creación de una planta de conversión de los residuos sólidos domiciliarios, mediante un proceso de separación de la parte orgánica del resto de la basura. Un estudio sobre la factibilidad de este tipo de planta, trae consigo una mejora en el medio ambiente aparte de los beneficios económicos que se pudieren percibir de ella.

1.2.1.2.5 EN MÉXICO

A principios de siglo XX la ciudad de **México** comenzó a expandirse más allá de su núcleo colonial, creándose una faja de colonias suburbanas, que requirieron nuevos servicios, por lo que de igual manera se comenzó a concentrar en la capital del país gran parte de la actividad económica, política, científica, de salud y educativa, lo que generó un aumento en la generación de basura, que en aquella época era básicamente orgánica⁸.

Las autoridades comenzaron a manifestar una gran preocupación debido a la proliferación de tiraderos clandestinos, lo que constituía un riesgo para la salud pública, debido a la generación de fauna nociva y al incremento de enfermedades.

En la década de los setenta empieza a observarse un cambio en la composición de los residuos sólidos, debido a los procesos de industrialización, y al cambio paulatino de las costumbres de consumo, produciéndose latas, plásticos y cartones además de otros desechos nuevos.

⁷ Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile (basado en el proyecto "Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre los Residuos Sólidos de Chile). 2010

⁸ Análisis del mercado de los residuos sólidos municipales reciclables y evaluación de su potencial de desarrollo. Antecedentes.

En 1992 se inició la construcción de la planta de selección y aprovechamiento de residuos sólidos bordo poniente y al año siguiente se comenzaron las obras correspondientes a la planta ubicada en San Juan de Aragón, ambas fueron inauguradas en julio de 1994. Posteriormente se inició la construcción de las instalaciones de Santa Catarina, puestas en marcha en 1996 y ampliadas en 1997⁹.

Para el año 2000, algunos municipios de México han implementado programas piloto de separación y reciclado, incluyendo la elaboración de composta en pequeña escala. En el caso de la zona urbana de Monterrey, se creó un organismo descentralizado del estado llamado sistema metropolitano de procesamiento de desechos sólidos (SIMEPRODESO). Este organismo es el encargado de atender la separación y recuperación de materiales¹⁰.

1.2.1.2.6 EN CHINA

Por su parte, **China** ya sobrepasó a Estados Unidos como el principal productor mundial de basura y para el 2030 estará produciendo 500 millones de toneladas anuales. Con sus 17 millones de habitantes Beijing genera 18 mil toneladas diarias (aproximadamente 1.1 kg. per cápita). Como sólo tiene capacidad para absorber 60% de la basura que genera y como se calcula que la cantidad de basura aumenta a un ritmo similar al de la economía (8 por ciento anual), actualmente padece de una severa crisis sanitaria¹¹.

Preocupados por esta situación, durante la década pasada se ha buscado utilizar las tecnologías para hacer frente al grave problema de basura. Durante el periodo 2001-2003 se pusieron en funcionamiento la planta incineradora de

⁹ El servicio de limpia en la ciudad de México. Pub. del comité editorial del gobierno del distrito federal. GDF. México.

¹⁰ Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales, informe analítico de México/evaluación 2002.

¹¹ <http://www.afectadosambientales.org/analisis/la-cr%c3%ADsis-de-la-basura>

residuos de Yuqiao y la planta de compostaje de Meishang. La primera es, además, una planta generadora de electricidad que convierte la energía calorífica proveniente de la incineración de los residuos en energía eléctrica.

En marzo del 2004, se instala la planta para el tratamiento biológico previo y la planta de selección y separación automatizada de los residuos. Los componentes orgánicos biodegradables de los residuos se descomponen y la humedad se extrae de ellos mediante un proceso biológico anaeróbico que dura aproximadamente unos 10 días. Después, las máquinas selectoras separan con éxito los materiales reciclables como: metales, vidrio y los plásticos¹². Con la utilización de estas tecnologías China ha logrado disminuir la contaminación del medio ambiente dando con ello una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

1.2.1.2.7 EN EUROPA

Con la formación y desarrollo de las ciudades la problemática de la gestión de los residuos se incrementó y su mal manejo comenzó a originar los primeros problemas ambientales graves (peste negra en Europa en el siglo XII que eliminó a la mitad de la población del continente).

El problema se agravó aún más con la Revolución Industrial (fines del siglo XVIII) cuando cantidades importantes de población rural se volcó en forma masiva hacia las ciudades originando un importante (y desordenado) crecimiento urbano y por otra parte comenzó un uso intensivo de los recursos del planeta.

Debido a esta problemática, en Madrid, España, en el año 1993 se puso en funcionamiento una primera fase de la recuperación de los residuos que pueden ser reciclables y en junio de 1997 entra en funcionamiento definitivo la planta de

¹² <http://habitat.aq.upm.es/dubai/06/bp0334.html>

recuperación y clasificación de residuos reciclables como el papel, cartón, vidrio, plásticos y metales, que posteriormente serían enviados a los recicladores. Esta planta tenía una capacidad para tratar 1,200 toneladas de basura al día. En enero del 2000 se construye una nueva planta de recuperación y clasificación de residuos reciclables con una capacidad de tratar 2,000 toneladas de basura diarias¹³.

1.2.1.2.8 EN ALEMANIA

Alemania es el líder de los países Europeos en cuanto a la separación de los desechos sólidos y el reciclaje, involucrando a todos los ciudadanos a separar la basura para luego ser reciclable. En los setenta entro en vigencia una ley en la república federal, la cual era la ley de separación de basuras y en 1994 entra en vigor otra ley llamada “ley de economía circular y residuos”, esta nueva ley exigía mayor responsabilidad, no solo a los consumidores, sino también a los productores, estos pagan cierta cuota para que los empaques sean recogidos y posteriormente reciclados.

Una de las ventajas de Alemania es la implementación de leyes especiales que han promulgado el financiamiento del reciclaje de la basura. Cada alemán paga alrededor de 50 euros por año para la recogida de los desechos¹⁴.

Con lo anterior mencionado la conservación del medio ambiente ha preocupado a la comunidad mundial por su intento de preservar el lugar donde vivirán las futuras generaciones ya que del tratamiento que se le dé a la basura es esencial para la conservación del medio ambiente. Hoy en día existen organizaciones, comisiones e instituciones que regulan por medio de ordenanzas o leyes la buena utilización de los recursos creando conciencia

¹³ www.infoecologia.com/Reciclaje/Residuos/residuos2003/Que_hace_madrid_con_sus_residuos.htm

¹⁴ www.dw.de/dw/article/0,,3636623,00.html

sobre la importancia de este problema que impacta al mundo entero. Una de las organizaciones que ha formado parte activa en la preservación del medio ambiente es la *Organización de Naciones Unidas (ONU)* con su “denuncia sobre la Irresponsabilidad hacia el medio ambiente” según lo reporta un diario mexicano llamado Seminario. Fue el 14 de marzo del 2002 cuando la ONU con la participación de 46 países en una conferencia de la UNESCO de París aprueba “La Carta de la Tierra”, en donde se hace un llamado universal sobre la responsabilidad del bienestar presente y futuro del mundo viviente¹⁵.

Como se puede observar la tendencia mundial tanto de las organizaciones internacionales como de los países desarrollados es enfocar los esfuerzos por conservar el medio ambiente. Esto conlleva a reconsiderar cada uno de los actos concernientes al mal uso y/o consumo excesivo de recursos, procurando siempre aprovechar al máximo su utilidad.

1.2.2 EN EL SALVADOR

El crecimiento demográfico ha sido el factor más importante en la problemática ambiental en el Salvador, en el periodo de 1950-1971 se dio un notable aceleramiento de la población con relación al periodo de 1930-1950, cuando la población creció apenas en un 29% por las altas tasas de mortalidad en esa época. En contraste con el periodo de 1950-1971 donde la población casi se duplicó (creció en un 91%) reflejando, entre otras cosas, las mejorías en el saneamiento ambiental y en la cobertura del sistema de salud pública¹⁶.

Por otra parte, si bien la población urbana creció a una tasa más rápida que la población rural entre 1950 y 1971 por la migración rural-urbana, en términos

¹⁵ www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../7.%20ANTECEDENTES.DOC

¹⁶ Programa Salvadoreño de Investigación Sobre el Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA), Herman Rosa Deborah Barry, Boletín No. 11

absolutos el crecimiento de la población rural fue más significativa, pues se incrementó en alrededor de un millón en ese período; en tanto que la población urbana creció en 0.7 millones. Las cifras relativas al crecimiento de la población rural, ciertamente apuntaban a una mayor presión sobre la tierra, con su secuela de una mayor deforestación y erosión. Para la década de los sesenta la población rural estaba creciendo a una tasa anual de 3.4%, lo que implicó un crecimiento absoluto de unas 600,000 personas entre 1961 y 1971.

Con el crecimiento urbano, el área metropolitana de San Salvador, AMSS, pasó de albergar a 186 mil habitantes en 1950, a 1 millón 300 mil en 1992, un aumento en 7 veces de su población en 40 años. Una de las consecuencias más visibles de esta concentración poblacional ha sido el rápido deterioro del medio ambiente urbano, ante el aumento enorme de los desechos sólidos generados en la región, y que en su mayor parte quedan sin recolectar¹⁷.

El Salvador produce 3,400 toneladas diarias de basura, principalmente en las zonas urbanas, y un 75% de ello es llevado a su disposición final a un relleno sanitario, el restante 25% se encuentra disperso en botaderos a cielo abierto, en vías públicas y predios en desuso, de acuerdo a datos presentados por el MARN¹².

El departamento de San Salvador es el que más basura produce con 1,785 toneladas diarias, seguido de La Libertad con 405 toneladas, Santa Ana produce 281 y San Miguel 258; siendo las ciudades de San Salvador, Soyapango, San Miguel, Santa Tecla, Santa Ana y Mejicanos los primeros seis municipios que generan más desechos¹⁸.

¹⁷ Programa salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA), Por Deborah Barry, Gilberto García, Iliana Gómez. Boletín No. 27

¹⁸ <http://www.lapagina.com.sv/nacionales/63251/2012/03/04/Alcaldias-regularan-reciclaje-de-basura>

Pese a que la basura se va incrementando a través del tiempo, evidenciándose esto en las toneladas que se producen año con año, El Salvador no cuenta con un plan para disminuir las cantidades de basura, las cuales van a parar a los rellenos sanitarios, pero no todos los municipios los utilizan, dándose la problemática que estos ocupan otros lugares no apropiados para su disposición como ríos, quebradas, predios baldíos, barrancos (anexo 1). Algunos países del mundo han encontrado que no basta con solo tener rellenos sanitarios, sino que estos deben de tener adicionalmente una planta de separación, logrando con esto reducir las cantidades de basura que se depositan allí, ya que una gran cantidad de los desechos (material inorgánico), irían a ser reciclados para convertirlos en nuevos productos.

1.2.2.1 EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Como parte de la evolución de los desechos sólidos, se encuentran la formación de microempresas, haciendo su aparición formal en el ámbito nacional, con la concesión del servicio de recolección en la ciudad de San Miguel en el año 1995 cuando este municipio transfirió los equipos a los empleados para que formaran microempresas y que atendieran las zonas de recolección.

Para el año de 1997 el área metropolitana de San Salvador liderada por San Salvador con un proyecto denominado Manejo Integral de Desechos Sólidos inicia un proceso de conversaciones con diferentes empresas, que mostraran su interés en invertir especialmente en la disposición final, proceso que se extendió hasta finales de 1997 culminando en la firma de un convenio con una empresa canadiense, finalmente como producto de dicho esfuerzo se conforma una empresa de sistema mixto denominada MIDES SEM de CV; en la cual existe capital privado en un 90% y capital municipal en un 10%. A esta empresa

se le encomienda en concesión el tratamiento final de los desechos sólidos por 20 años¹⁹.

Para el año 1998, en un esfuerzo conjunto el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y la Organización Panamericana de la Salud, elaboraron el estudio "Análisis Sectorial de los Desechos Sólidos" (agosto de 1998) documento que en los últimos años ha sido la guía en materia de desechos sólidos, siendo éste el primer esfuerzo a escala nacional de recopilación de información en el ámbito de país.

Para el año 1998 se aprueba la Ley de Medio Ambiente, que establece plazos para el inicio de reconversión de las prácticas de disposición de desechos sólidos inadecuadas, a prácticas ambientalmente sustentables.

En el año 1999 el MARN, a través de la Universidad Don Bosco, y con financiamiento internacional, llevaron adelante un estudio denominado SIGA, que contempla también, en uno de sus componentes investigados, los desechos sólidos que trasciende a la evaluación de campo, con lo que se va forjando la metodología sugerida para investigación de campo, ya que toma un municipio pequeño "Nuevo Cuscatlán" como piloto, para aplicarlas metodologías de obtención de información tal como caracterización y producción per cápita, que definen claramente una metodología práctica de aplicación y que posteriormente recomienda el MARN sea utilizada para los estudios de análisis de desechos sólidos.

En 1999 se inaugura y entra en funcionamiento el relleno sanitario del área metropolitana de San Salvador (AMSS) denominado relleno sanitario de Nejapa, operado por la empresa MIDES SEM DE CV. En ese mismo marco los municipios participantes abren espacios para que microempresas

¹⁹ Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales. Septiembre 2003

prioritariamente formadas por los ex-pepenadores, que trabajaban en el anterior sitio de disposición llamado Mariona, participen en barrido de calles o servicios de recolección, este último en aquellos lugares de difícil acceso para el sistema tradicional, ampliando la cobertura especialmente en las comunidades denominadas zonas marginales o en vías de desarrollo.

En el año 2000, se aprueba el reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos, en el cual se definen las características que deben cumplir los servicios de desechos sólidos, tratando con más detalle la ubicación y operación de rellenos sanitarios. Como característica principal define a los rellenos que operan con menos de 20 toneladas, rellenos sanitarios manuales, a los que operen entre 20 y 40 toneladas diarias, relleno sanitario combinado o mixto, y mayores de 40 toneladas, rellenos sanitarios mecanizados.

Para el año 2000, se abre el relleno sanitario manual del municipio de Pasaquina, departamento de La Unión, construido con fondos donados por Lux - Development S. A., agencia de cooperación del gran ducado de Luxemburgo, la administración es municipal; y el relleno sanitario mecanizado del municipio de Sonsonate, departamento de Sonsonate, que da servicio de disposición a tres municipios más y permite la operación por contrato de una empresa particular.

En el 2001 El MARN, realiza el primer censo nacional de desechos sólidos, el cual identifica las principales características de los 182 municipios que prestan al menos servicio de recolección. En este mismo año inician operaciones en el relleno sanitario combinado de Usulután, departamento de Usulután, que inicialmente presta servicio a cuatro municipalidades, su operación está concesionada a la empresa SOCINUS SEM de CV, en la que las municipalidades tienen el 99 % de las acciones y el 1% inversionistas privados. De igual forma, inicia operaciones el relleno sanitario manual del municipio de

Corinto, departamento de Morazán, cuya operación es municipal, una característica especial es que cuenta con un patio de compostaje.

Todos estos esfuerzos van encaminados a disminuir la contaminación del medio ambiente, los cuales aún no son suficientes. La basura se debe de tratar de una manera más de reutilización. Como se sabe hay en los diferentes botaderos y rellenos sanitarios los llamados pepenadores los cuales realizan el trabajo de recolectar algunos tipos de materiales que se encuentran en la basura, esta recolección no es total de todos los materiales que pueden ser reciclables, muchos residuos inorgánicos permanecen mezclados en la materia orgánica, la cual es depositada dentro de los rellenos sanitarios.

1.2.3 EN LA CIUDAD DE SANTA ANA

A diferencia de San Salvador, la ciudad de Santa Ana no cuenta información escrita sobre el estado de la problemática de los desechos sólidos municipales, sin embargo, la alcaldía cuenta con un departamento de aseo. En 1916 la municipalidad compró un terreno a doña Mercedes Ramírez V. De Meléndez en el que se construyó un crematorio de basura terminándose en 1919.

En la década de los setenta el alcalde municipal de la época, Don Armando Monedero decidió que la basura fuera transportada a una barranca de la colonia El Monje ubicada contiguo al cementerio General Santa Isabel de esta ciudad; también optó por comprar un tractor para remover los desechos sólidos. Poco a poco la barranca fue relleniéndose hasta no tener más capacidad para poder depositar la basura, construyéndose en ese lugar una cancha de fútbol.

En vista de esta situación el señor Ricardo Molina permitió que los desechos sólidos de la ciudad se depositaran en una barranca situada en un terreno de su propiedad ubicado en el Sálamo, pero este no duró mucho tiempo ya que el señor Molina tuvo problemas con la Alcaldía con respecto al impuestos

municipales y por no ser exonerado tomó la decisión de ya no permitir que la basura fuera depositada en ese lugar.

Con el afán de resolver este problema, el Doctor Francisco Flores Menéndez intentó comprar un terreno de doce manzanas ubicadas en el cantón Cutumay Camones para convertirlo en un botadero, pero los vecinos del lugar protestaron argumentando que en ese sitio existían varios nacimientos de agua y esto provocó que este proyecto no funcionara.

En el año 1978, el señor Gerente Municipal de ese entonces gestionó la aprobación de convertir una barranca ubicada en las cercanías de la hacienda San Cayetano, propiedad de la familia Regalado, en un vertedero de desechos sólidos de la municipalidad llamado “Botadero de Camones” y desde esa época que dicho vertedero ha servido como paliativo en lo referente al destino final de los desechos sólidos de esta ciudad.

El 1 de octubre del 2002 se inició el funcionamiento del relleno sanitario ubicado en Camones sobre el botadero a cielo abierto, el cual duró aproximadamente 25 años. Y en septiembre de 2007, el Relleno Sanitario de Cutumay Camones fue cerrado debido a la reforma al decreto No. 237 de la ley de Medio Ambiente, Corte Suprema de Justicia

En Santa Ana, el 14 de Abril de 2010 la Asociación Ecológica de Municipios de Santa Ana (ASEMUSA) firma el convenio de cooperación con los titulares del Ministerio del Medio Ambiente (MARN), y el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), que permitirá la construcción de un Nuevo Relleno Sanitario en el Departamento de Santa Ana. Los compromisos plasmados en el documento darán paso al proceso de gestión de fondos, tanto para hacer los

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

estudios correspondientes que implican la obra, como para la compra del terreno en donde se construirá el nuevo relleno sanitario²⁰.

En muchos países utilizan los rellenos sanitarios solo para depositar la basura orgánica, para lograr esto se construye una planta de separación de los materiales inorgánicos. El departamento de Santa Ana con 270.56 ton/día de generación de basura y de las cuales se recolectan 242.60 ton/día (tabla 1.1), puede poner en marcha un tipo de proyecto como este y obtener los beneficios que puede ofrecer este tipo de plantas de separación.

²⁰ Firma de convenio de cooperación para construcción de Relleno Sanitario, FISDL, MARN Y ASEMUSA, 14 de Abril de 2010

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 1.1 Datos generales y generación de desechos sólidos en el Departamento de Santa Ana.

| Municipio | Población (Hab.) | | | Viviendas Urbanas servidas | Densidad (Hab./Viv.) | Población Atendida | PPC (Kg/p/día) | Cobertura (%) | Producción Estimada (Ton/día) | Cantidad Recolectada (Ton/día) |
|---------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------------|--------------------|----------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | Total | Urbana | Rural | | | | | | | |
| CANDELARIA DE LA FRONTERA | 24,042 | 6,307 | 17,735 | 800 | 4.86 | 3,884 | 0.5 | 61.59 | 3.15 | 1.94 |
| COATEPEQUE | 45,535 | 7,149 | 38,386 | 1,800 | 3.97 | 7,149 | 0.64 | 100 | 4.57 | 4.57 |
| CHALCHUAPA | 66,546 | 36,846 | 29,700 | 6,500 | 4.41 | 28,683 | 0.5 | 77.84 | 18.41 | 14.33 |
| EL CONGO | 27,619 | 16,170 | 11,449 | 2,062 | 5.01 | 10,323 | 0.5 | 63.84 | 8.08 | 5.16 |
| EL PORVENIR | 6,919 | 1,338 | 5,581 | 133 | 4.65 | 618 | 0.65 | 46.18 | 0.87 | 0.4 |
| MASAHUAT | 4,113 | 678 | 3,435 | 34 | 3.92 | 133 | 0.53 | 19.65 | 0.36 | 0.07 |
| METAPAN | 57,067 | 19,818 | 37,249 | 5,262 | 3.3 | 17,380 | 0.5 | 87.7 | 9.9 | 8.68 |
| SAN SEBASTIAN SALITRILLO | 20,374 | 9,267 | 11,107 | 3,524 | 2.65 | 9,331 | 0.64 | 100 | 5.93 | 5.97 |
| SANTA ANA | 261,568 | 217,067 | 44,501 | 31,551 | 6.31 | 198,991 | 1.01 | 91.97 | 218.17 | 200 |
| TEXISTEPEQUE | 17,743 | 2,245 | 15,498 | 936 | 3.16 | 2,955 | 0.5 | 100 | 1.12 | 1.48 |
| TOTAL | 531,526 | 316,885 | 214,641 | 52,602 | | 279,447 | 0.60 | | 270.56 | 242.60 |

Fuente: Población mapa de pobreza 2004 (PNUD)

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los desechos sólidos que se generan cotidianamente van en aumento, como consecuencia de un modo de vida altamente ligado al consumo, es un problema que se ha ido agravando con el crecimiento demográfico.

La disposición final de los desechos sólidos en la mayoría de los casos es una de las fuentes de contaminación más comunes de las sociedades actuales, provocando un descenso en los niveles de vida de sus habitantes; la cultura del respeto ambiental en el que se vive resulta primordial en la forma de tratar estos desechos.

La problemática del manejo de los desechos sólidos en El Salvador es parte de un sistema complejo que el país viene arrastrando en materia ambiental junto a la erosión de los suelos, contaminación de las fuentes de agua, deforestación indiscriminada, débil legislación ambiental y falta de compromiso de la sociedad, ha llevado al país a situarse en los primeros lugares de deforestación y contaminación ambiental del planeta, comprometiendo así el nivel de vida de los salvadoreños de la actualidad y de los del futuro.

En El Salvador el problema de los desechos sólidos generados por las actividades humanas se ha tratado hasta la fecha de forma convencional, botaderos a cielo abierto, barrancos, predios baldíos, a los ríos y quebradas (anexo 1.1), Solo el botadero de basura de MIDES y el relleno sanitario de Pasaquina están ambientalmente adecuados. Lo que provoca contaminación indiscriminada generando epidemias, contaminación del medio ambiente y del paisaje, lo cual se debe de cambiar con nuevas formas de utilización de los desechos sólidos.

Los desechos sólidos que los municipios recolectan están compuestos de: 58% de materia orgánica y de 42% de materia inorgánica²¹. No toda la basura representa un peligro para el medio ambiente, la materia orgánica no constituyen un peligro para la vida, particularmente los de origen natural y los biodegradables; pero la materia inorgánica si representa un peligro ya que permanece en el ambiente durante cientos de años, alterando los ciclos biogeoquímicos y los ecosistemas naturales amenazando la salud de la humanidad.

Sabiendo que el problema compete a la administración municipal, es necesario buscar los mecanismos idóneos para dar solución óptima al tema de los desechos sólidos.

²¹ Artículo Científico, año III, No. 004, Octubre – Diciembre, 2000, Ing. Claudia Cecilia Leiva Bautista, Unidad de Investigación y Proyección Social, Universidad Francisco Gavidia.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En El Salvador los municipios grandes o pequeños, regularmente no poseen los recursos suficientes para atender los problemas de la comunidad en forma integral; es notoria esta problemática debido a que no poseen un lugar propio donde depositar sus desechos sólidos, teniendo que acudir al botadero más cercano.

La legislación ambiental ha cobrado importancia en el escenario político del país, para que los municipios brinden el tratamiento adecuado a los desechos sólidos que generan, teniendo como únicas opciones las empresas legalmente autorizadas para el tratamiento de los desechos, mas sin embargo, esto hace que los rellenos sanitarios se saturen mucho más rápido de basura. Esta basura está compuesta de materia orgánica en un 58% y un 42% es materia inorgánica; esta última es nociva para el medio ambiente ya que tarda mucho tiempo en biodegradarse, por ejemplo el vidrio puede llegar a tardar unos 4000 años y los plásticos tardan entre 100 a 1000 años²².

El departamento de Santa Ana es uno de los departamentos que tiene mayor generación de desechos sólidos con 270 toneladas métricas de basura diarias y de estas la ciudad de Santa Ana es la que genera mayor cantidad de basura (218 ton/día según tabla 1.1), pero esta no cuenta con un relleno sanitario propio trasladando sus desechos a MIDES en Nejapa. Con miras a tener un lugar más cercano, el 14 de abril de 2010 la asociación ecológica de municipios de Santa Ana (ASEMUSA), firmó un convenio de cooperación con los titulares del ministerio de medio ambiente (MARN) y el fondo de inversión social para el desarrollo local (FISDL)²³, que permitirá la construcción de un nuevo relleno

²² PUBLICACIÓN DE BOLETÍN SEMANAL, ALIMENTACIÓN SANA

²³ Firma de convenio de cooperación para construcción de relleno sanitario, FISDL, MARN Y ASEMUSA, 14 de abril de 2010

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

sanitario, generando ahorros en el traslado de la basura y disposición final de los desechos sólidos.

ASEMUSA es una asociación integrada por algunas de las alcaldías del departamento de Santa Ana (anexo 1.3), con el fin de buscar nuevas alternativas que faciliten y mejoren el sistema de manejo de desechos sólidos en el departamento, pero el convenio no incluye una planta de separación de los desechos sólidos (anexo 1.4), siendo esta muy importante, para tener un relleno sanitario que sea duradero.

De las cantidades de basura inorgánica que se produce diariamente y que llega a los rellenos sanitarios puede ser reciclable, pero en nuestro país no existe un relleno sanitario que tenga una planta de separación de los desechos sólidos, dando con esto una contaminación ambiental y a la saturación rápida de los rellenos sanitarios.

Por tal razón se hace necesaria la **“Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana”** el cual es una alternativa de la disposición de la basura inorgánica, que tiene como propósito contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL:

- Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de los desechos sólidos en los Municipios que conforman ASEMUSA.
- Establecer normas sanitarias de higiene y seguridad industrial para la planta de separación de desechos sólidos propuesta.
- Planear canales de comercialización (ventas) de los productos Separados en la planta de separación de desechos sólidos propuesta.
- Analizar el costo beneficio que se tendrá con el proyecto de la planta de separación de desechos sólidos.
- Hacer uso de técnicas de ingeniería industrial (de producción, distribución, diseño, etc.) en el diseño de la planta de separación de desechos sólidos propuesta.

1.6 ALCANCES

- ❖ El estudio a realizar estará dirigido a la creación de una planta de separación en el nuevo relleno sanitario en el departamento de Santa Ana.
- ❖ El diagnóstico se llevará a cabo en las alcaldías que conforman ASEMUSA.
- ❖ El proyecto comprenderá la rentabilidad económica que se tendrá con la planta de separación de desechos sólidos.

1.7 LIMITACIONES

En muchos lugares de El Salvador, así como en otros países en vías de desarrollo, existen distintos problemas relacionados con lo que son los desechos sólidos. Estos no solo tienen un efecto sobre la salud del hombre, también, afectan al medio ambiente, entendiéndose este como un lugar que sustenta la vida y que la rodea físicamente, siendo el agua, el aire y el suelo.

El proyecto incluye aspectos que impiden o dificultan el proceso investigativo del estudio entre los cuales se presentan los siguientes:

- ❖ Los estudios sobre desechos sólidos son muy pocos en El Salvador debido a su costo para las instituciones estatales, la información a utilizar estará basada en los datos más actualizados que estas posean.

- ❖ Dificultades para encontrar información de una planta de separación en El Salvador.

1.8 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Para recopilar y analizar la información relacionada con los desechos sólidos en cada municipio, se utilizaron dos fuentes: las primarias y las secundarias.

Las fuentes primarias consisten en esfuerzos directos del grupo realizador del trabajo de grado y se utilizaron técnicas e instrumentos tales como: entrevistas no estructuradas a las autoridades municipales y encargados del servicios de aseo, encuestas a los pepenadores; además de utilizar una metodología para recopilar información acerca de la composición y cuantificación de los desechos sólidos generados en cada uno de los municipios en estudio, ya que no se dispone en las fuentes de información secundaria.

Las fuentes de información secundaria están conformadas por libros, revistas técnicas, documentos oficiales, registros municipales y datos estadísticos relacionados con el tema.

La información que se recopiló de diferentes instancias tenía una relación directa con los desechos sólidos en cada uno de los municipios, así como también instituciones nacionales que trabajan en la solución de la problemática en general.

1.8.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Las fuentes bibliográficas para los casos de cada uno de los municipios, se recopilaron de los documentos existentes respecto al manejo de los desechos sólidos, y pertenecen a las instituciones que colaboran en la planeación y ejecución de proyectos municipales e incluso nacionales, tales como: ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), y de la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC).

1.8.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La investigación de campo realizada, consistió fundamentalmente en la recopilación de información cualitativa y cuantitativa que revelara la forma en la que se manejan los desechos sólidos en cada uno de los municipios. Dicha investigación consistió en entrevistas, encuestas, observación directa y aplicando la metodología para determinar la caracterización de los desechos sólidos de cada uno de los municipios en estudio.

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN INFORMACIÓN

Para la obtención de la información necesaria acerca de los desechos sólidos en los municipios de Chalchuapa, San Sebastián Salitrillo, Santa Ana y El Congo, se aplicaron métodos e instrumentos de investigación tanto primaria como secundaria; con el fin de obtener datos relevantes para el conocimiento de la situación actual para así contribuir a un mejor diagnóstico.

A continuación se presentan las técnicas e instrumentos utilizados.

- a) Encuesta
- b) Entrevista.
- c) Muestreo de basura en cada municipio.
- d) Caracterización de los desechos sólidos.

1.9.1 ENCUESTAS

El diseño de la encuesta para los pepenadores ha sido asesorada por dos docentes (el ingeniero Douglas García y Salvador Meléndez) de nuestra casa de estudio a los cuales se les presentaron las preguntas en un borrador, los cuales nos dieron sus sugerencias y las técnicas matemáticas a usar. También se tuvo la asesoría del ingeniero encargado de la unidad de medio ambiente de la alcaldía de Santa Ana, Máximo Valdez, amplio conocedor de temas medio ambientales. El diseño de dicha encuesta se muestra en el anexo 3.1.

Las encuestas para los pepenadores solo se aplicaron en el municipio de Santa Ana, por el hecho de que solo ellos poseen pepenadores, los cuales se encuentran en el ex-relleno sanitario de Cutumay camones.

1.9.1.1 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y LA MUESTRA PARA LAS ENCUESTAS

Para la investigación dirigida a los pepenadores, se tomó como universo a todos los pepenadores que trabajan en el ex-relleno sanitario de Cutumay Camones, el cual fue proporcionado por una visita de campo a dicho lugar ya que la alcaldía de Santa Ana no cuenta con un registro de todos los pepenadores que ahí laboran. Según los pepenadores, el número de personas que se dedican a la pepena es de un aproximado de 80.

Para el cálculo de la muestra se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{(N-1)e^2 + Z^2 pq} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

Z: Valor crítico correspondiente a un coeficiente de confianza en el cual se desea hacer la investigación según la curva de distribución normal.

p: Probabilidad de éxito para obtener la información.

q: Probabilidad de fracaso para obtener la información.

e: Error muestral.

N: Tamaño del universo.

n: Tamaño de la muestra.

El nivel de confianza aceptado en esta investigación será de 95%, lo que implica utilizar que $Z = 1.96$. Por otro lado, el error permisible en nuestra investigación ha sido fijado en un 8%. Para poder determinar el valor de p y q , se fijó de parte del grupo ejecutor del trabajo de grado en un 50 y 50% cada probabilidad.

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(80)}{(80 - 1)(0.08)^2 + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 44 \text{ Pепенadores}$$

1.9.2 ENTREVISTAS

Las entrevistas se realizaron a los Gerentes de Medio Ambiente de las diferentes Alcaldías en estudio. Esto nos sirvió para presentarnos ante cada uno de los Gerentes de las municipalidades; para empezar a conocer la realidad de los desechos sólidos en cada uno de estos; para conocer la disponibilidad de cada Gerente en apoyar el proyecto.

Cabe mencionar que en el Municipio de Metapán las autoridades administrativas de esta comuna nos impidieron el desarrollo del diagnóstico de los desechos sólidos en su municipio, aduciendo todo tipo de obstáculos burocráticos como también el apoyo a las actividades que se desarrollarían.

En esta entrevista se nos hizo necesario complementarla con él envió de un cuestionario vía correo electrónico y respondido de igual manera, a excepción del Congo y San Sebastián Salitrillo que lo hicieron de forma escrita, esto debido a que no se poseía la información a la mano. En el anexo 3.2 se muestra el diseño del cuestionario enviado a los gerentes de Medio Ambiente.

Por medio de esta entrevista se conoció sobre las cantidades y tipo de basura recolectada por cada alcaldía.

1.9.3 MUESTREO DE BASURA EN CADA MUNICIPIO.

Este consistió en solicitar la participación voluntaria de los dueños de las viviendas, escogidas aleatoriamente. El plan se describió de forma oral y escrita identificando el proyecto con el respaldo de la Universidad y la aprobación de las Alcaldías respectivas.

La colaboración requerida, consistió en la de darnos sus desechos sólidos en bolsas y sacos de nailon (figura 1.1), dichos desechos fueron recolectados por el grupo ejecutor del trabajo de grado como tradicionalmente lo hace el camión de aseo.

Figura 1.1 Entrega de los desechos sólidos por parte de un participante elegido aleatoriamente, al grupo de trabajo en el Municipio de El Congo.



La duración del muestreo fue de 4 semanas, una por municipio, del 19 de noviembre al 12 de diciembre, en cada una de estas semanas solo se muestrearon 3 días.

1.9.3.1 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y LA MUESTRA

Para el muestreo se nos proporcionó el número de viviendas que reciben el servicio de aseo por parte de las alcaldías; dichos datos fueron proporcionados por los Gerentes de Medio Ambiente. El cálculo para determinar el número de viviendas participantes se hizo por medio de la ecuación 1, para el total de todas las viviendas de los 4 municipios.

El nivel de confianza aceptado en esta investigación será de 95%, lo que implica utilizar que $Z = 1.96$. Por otro lado, el error permisible en nuestra investigación ha sido fijado en un 8%. Para poder determinar el valor de p y q , se fijó de parte del grupo ejecutor del trabajo de grado en un 0.5 y 0.5% cada probabilidad.

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(59,478)}{(59,478 - 1)(0.08)^2 + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 150 \text{ viviendas}$$

Estas 150 viviendas fueron distribuidas en los 4 municipios como se muestran los resultados en la tabla 1.1. Para llegar a esta distribución fue necesario sacar el porcentaje de las viviendas de cada municipio en estudio de su total de viviendas de los cuatro municipios. Teniendo este porcentaje se multiplico por 150, que es el número de viviendas a muestrear obteniendo los siguientes resultados (tabla 1.1).

Tabla 1.1 Distribución de viviendas para recolección de la basura

| Municipio | Viviendas Urbanas servidas | % del total de viviendas | Viviendas a recolectarle la basura |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| Chalchuapa | 8,633 | 15% | 22 |
| San Sebastián Salitrillo | 7,623 | 13% | 19 |
| Santa Ana | 41,160 | 69% | 104 |
| El Congo | 2,062 | 3% | 5 |
| TOTAL | 59,478 | 100% | 150 |

Una vez determinado el número de viviendas a muestrear, se seleccionaron las casas. Con el criterio de cada responsable de la recolección de los desechos sólidos de cada municipalidad, se seleccionaron los lugares de donde se retirarían los desechos sólidos.

Los parámetros con los que se escogieron las zonas fueron: zonas populares (aledañas a mercados, a centros comerciales, a instituciones educativas y zonas francas), zonas con ingresos económicos (altos, medios y bajos) y así determinar a cuantas casas de cada zona se les retiraría la(s) bolsa(s) durante las jornadas de muestreo. Se necesitó de un vehículo de cada una de las alcaldías para realizar la recolección de la basura durante los tres días de muestreo. En la figura 1.2 se muestra el vehículo utilizado en la ciudad de Santa Ana para la recolección de la muestra de los desechos sólidos.

Figura 1.2 Transporte de la alcaldía de Santa Ana, utilizado para la recolección de la basura.



Una vez retiradas las bolsas con los desechos, se procedió a caracterizarlos utilizando el método del cuarteo.

1.9.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Método del cuarteo

Esta metodología es la recomendada por el MARN de El Salvador en su guía “lineamientos para impulsar la separación en el origen y aprovechamiento de los desechos sólidos a nivel municipal”, mayo de 2010, pág. 68, siendo su principal objetivo, ser una herramienta básica que permite conocer la composición de los desechos sólidos generados por determinados municipios, a fin de lograr un manejo adecuado de los mismos.

Este método consiste en:

➤ Plan de trabajo.

- 1) Determinación de las zonas en donde se recolectaron los desechos sólidos y el lugar en donde fueron pesadas las bolsas con los desechos recolectados.
- 2) Elaboración de una matriz para la recopilación de datos recolectados en las jornadas de muestreo desarrollado en los cuatro municipios. La matriz utilizada se muestra en el anexo 3.3.
- 3) Se definieron las fechas de recolección con cada uno de los responsables del aseo público. Estas personas dieron ordenes explicitas a cada una de las personas encargadas de la recolección en esas zonas a muestrear de no recoger la basura de las casas seleccionadas.
- 4) Detalles del proceso de muestreo.

Definición de lugares en donde se caracterizaría la basura recolectada de cada municipio, así como la confirmación del transporte de recolección y los insumos como: pala, plástico negro de 3x2 yardas (figura 1.3), báscula y equipo de protección e higiene personal, bolsas y sacos de poliestireno para efectuar los diferentes pesajes.

Figura 1.3 Colocación del plástico negro por parte del grupo ejecutor del trabajo de grado en Santa Ana.



➤ Pesaje de los desechos

Este procedimiento fue utilizado para la caracterización de los desechos sólidos ya que a través del pesaje pudimos determinar el porcentaje presente de cada elemento que compone la basura, así como también fue útil para el diseño de las instalaciones y la maquinaria que tendrá la planta.

Para el pesaje de los desechos se utilizó una báscula romana con una capacidad de 200 libras (figura 1.4)

Figura 1.4 Grupo ejecutor del trabajo de grado pesando la basura con una romana a un costado de la cancha de San Sebastián Salitrillo.



- Caracterización de los desechos sólidos
 - 1) Una vez recogidas las bolsas y los sacos de basura, se vaciaron en el plástico negro para formar un promontorio de desechos sólidos.
 - 2) Se homogeniza la basura recolectada, mezclándola con la pala, a fin de que se revuelva toda para que la selección sea de la mejor manera. La siguiente figura 1.5 muestra el homogenizado de la basura en San Sebastián Salitrillo.

Figura 1.5 Homogenización de la basura por parte del grupo ejecutor del trabajo de grado.



3) Ya homogenizada la muestra, se dividió en cuatro partes iguales.

Figura 1.6 Método del cuarteo.



- 4) Posteriormente, se toman dos partes opuestas y se unen para formar una sola medida o cada parte se puede separar de manera individual, solo tiene que ser opuesta cada una.
- 5) Se separan los componentes de la muestra, clasificándolos en papel, cartón, plástico, vidrio, metales, etc.
- 6) Se procedió a pesar los componentes y al final la suma coincidió con el peso de la muestra original, de esta manera pudimos conocer el porcentaje en que se encuentra cada material en la basura.
- 7) Se repitió el procedimiento tres días para establecer un promedio de composición, ya que dependiendo de las actividades del municipio puede variar la composición de los desechos.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO
LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LOS TIPOS DE
PLANTAS PARA SU SEPARACIÓN.

2.1 INTRODUCCIÓN

La generación de desechos sólidos de un país o de una sociedad, está directamente relacionado con la cantidad de recursos naturales consumidos; de tal forma que, los países que gozan de mejores niveles de vida, generan mayores volúmenes de desechos y consumen una mayor cantidad de recursos naturales.

El afán de ganancia de las empresas, los constantes bombardeos de publicidad hacia el consumismo, a estar a la moda y el fomento de la cultura de lo desechable, y de corta durabilidad; han jugado un rol importante en el incremento de los desechos sólidos.

En este capítulo se presenta información teórica acerca de las plantas de separación de desechos sólidos, su definición así como también los tipos de plantas y las ventajas y/o desventajas que cada una de estas pueden ofrecer, asimismo se da a conocer la definición y la clasificación de los desechos sólidos haciendo énfasis en los desechos sólidos inorgánicos los cuales serán separados de la materia orgánica para su futura comercialización.

Se incluye también una explicación de las distintas etapas en el tratamiento y el manejo integral de los desechos sólidos, finalizando con los aspectos generales de los materiales inorgánicos en los cuales se aborda una breve historia de los materiales inorgánicos como: el vidrio, los plásticos, metales, papel y cartón. De igual manera se presenta la clasificación de cada uno de ellos y sus propiedades.

2.2 DEFINICIÓN DE PLANTA DE SEPARACIÓN Y DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS (DSU)

Las plantas de separación son el producto de la problemática generada por los desechos sólidos y porque estos tienen algún tipo de valor para otras personas quienes los reutilizan para reciclaje, estos con el transcurrir del tiempo se han ido incrementando, causando la contaminación del medioambiente y la proliferación de enfermedades. Adicionalmente a este problema se le suma el tipo de desecho, si se compara la basura generada hace 50 años y la comparamos con la que se produce actualmente, nos damos cuenta de la gran diferencia de su contenido. Esta producción abundante de desechos sólidos y por el tipo de desecho que estos son, han ocasionado que entre la población se genere una situación habitual de verter estos desechos en basureros a cielo abierto (BCA) o en cualquier lugar más inmediato en donde puedan ser desechados, causando los siguientes inconvenientes²⁴:

❖ Contaminación de los recursos hídricos.

Se manifiesta en las aguas superficiales en forma directa con la presencia de residuos sobre ellas. El lixiviado proveniente de los basureros a cielo abierto incorpora a las aguas superficiales y a los mantos acuíferos contaminantes por las altas concentraciones de materia orgánica e inorgánica y sustancias tóxicas. Sus consecuencias pueden significar la pérdida del recurso para consumo humano o recreación, ocasionar la muerte de la fauna acuática y el deterioro del paisaje.

❖ Contaminación atmosférica.

Se percibe con los olores molestos en las proximidades de los sitios de disposición final (sulfuro de hidrógeno (H₂S)), la generación de gases

²⁴ Plantas de recuperación/tratamiento de residuos sólidos urbanos, Scudelati & Asociados, asesores.

asociados a la biodegradación de la materia orgánica y a la quema (responsables del efecto invernadero: metano - CH₄ y dióxido de carbono - CO₂). Esta última, realizada al aire libre o sin equipos de control genera material de pequeñas partículas, furanos, dioxinas y derivados organoclorados, (algunos carcinógenos: bencina y cloruro vinílico). La contaminación se acentúa por el mayor porcentaje de plásticos en la composición heterogénea de los residuos.

❖ **Contaminación del suelo.**

La descarga y acumulación de residuos en BCA generan impactos estéticos, malos olores y polvos irritantes. El suelo subyacente se contamina con microorganismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas e hidrocarburos clorados, presentes en el lixiviado. Un dato destacable es que aproximadamente las poblaciones generan, por lo que consumen, 1 hectárea/año por cada 25,000 habitantes de DSU para el emplazamiento de BCA.

Una de las alternativas para evitar que los rellenos sanitarios rebasen su capacidad y den lugar a que se opte a la quema de la basura o a tirarla en los BCA, es la creación de una planta de separación que ayude a que los materiales que se encuentran en la basura y que pueden tener algún tipo de valor para otros, sean separados y utilizados o comercializados.

2.2.1 DEFINICIÓN DE PLANTA DE SEPARACIÓN

Las plantas de separación de desechos sólidos, son instalaciones en donde se lleva a cabo cualquier proceso de selección de los materiales que se encuentran en la basura, para su revalorización o, en todo caso, para su disposición final.

2.2.2 DEFINICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS (DSU)

Es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene función para la actividad que lo generó²⁵, también se pueden definir como cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar o básicamente es todo material, que se bota o elimina por carecer de valor o utilidad²⁶.

2.3 PLANTAS DE SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS

Una de las medidas adoptadas por los países ante la problemática generada por las grandes cantidades de basura, es la creación de plantas de separación de los desechos sólidos, las cuales permiten que los materiales inorgánicos sean recuperados y reutilizados.

Históricamente, las plantas de selección de residuos procedentes de la recogida domiciliar se basaban en operaciones de selección manual. Según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Prevención y Gestión de Residuos de España en el estudio de Tratamiento de desechos en la región que hizo en el año 2003 menciona el esquema básico de proceso de este tipo de plantas incluía las siguientes etapas:

- Recepción
- Selección granulométrica
- Selección manual de subproductos
- Expedición

²⁵ Planta de recuperación / tratamiento de residuos sólidos urbanos, Scudelati & Asociados, asesores.

²⁶ Boletín oficial del Estado de España, Núm. 181, Sec. I, Pág. 85658, Viernes 29 de Julio de 2011.

En los últimos tiempos, el avance de las tecnologías de selección mecánica y las exigencias normativas han favorecido la aparición de instalaciones de selección dotadas de un elevado grado de automatización.

Dependiendo del diseño que se quiera implementar existen dos tipos de plantas de separación²⁷, las cuales son:

Plantas de recuperación: este tipo de plantas se encarga de la separación y acopio de los residuos sólidos. Se priorizan los residuos con mayor valor económico y se pueden aplicar técnicas de reducción de volumen sin alterar las propiedades de origen (Ejemplos. Cartón, plástico, vidrio, metales, etc.). Adicionalmente se incluye la comercialización a empresas recicladoras de los materiales recuperados.

Plantas de recuperación y tratamiento: estas plantas dan el tratamiento solo a la materia orgánica que componen los residuos sólidos. Esta acción transforman total o parcial en un nuevo producto con propiedades diferente a las de origen (compost). El nuevo producto puede ser comercializado y/o utilizado como fertilizante orgánico en horticultura y/o forestación.

También podemos clasificar las plantas de separación por su tamaño, dependiendo de la población residente en el(los) municipio(s) y del modo de gestión que el(los) municipio(s) desee adoptar.

Se han considerado tres tipos de plantas para la separación y clasificación de los residuos inorgánicos:

- **Planta pequeña:** Municipios de más de 50,000 habitantes.
- **Planta mediana:** Municipios de 200,000 habitantes o más.

²⁷ Plantas de recuperación / tratamiento de residuos sólidos urbanos, Scudelati & Asociados, asesores.

- **Planta regional:** Se aplica en los municipios que tienen menos de 50,000 habitantes y consiste en la implementación de centros de acopio locales y un centro de enfardado y venta.

Para la propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos estará basada de acuerdo a los dos parámetros que son por la separación y la recuperación así como por el número de habitantes que conforman los municipios asociados a ASEMUSA.

2.3.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Los beneficios más importantes de los tipos de plantas de separación pueden resumirse en cinco literales:

- a) Aumento de los porcentajes de recuperación directa.
- b) Diversificación de las tipologías de subproductos recuperados.
- c) Generación de flujos destinados a valorización energética.
- d) Disminución de costos por utilización de relleno sanitario.
- e) Aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios.

A continuación en la tabla 2.1 se describen con más detalle las ventajas y desventajas de las plantas de separación con base a las plantas de recuperación y las planta de recuperación y tratamiento.

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de las plantas de recuperación y de las plantas de recuperación y tratamiento.

| TIPO DE PLANTA | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---------------------------------------|--|---|
| Planta de recuperación | <ol style="list-style-type: none"> 1. Fácil operación 2. Rápida implementación 3. Recuperación de los principales materiales inorgánicos. 4. Creación de puestos de trabajo. 5. Impacto positivo en la opinión pública. 6. Baja inversión. | <ol style="list-style-type: none"> 1. No se utilizan los residuos orgánicos. 2. Falta de participación comunitaria, dado que el proceso de separación se produce exclusivamente en la planta de separación. 3. Costos elevados en el uso de relleno sanitario, por acumulación de volumen de materia orgánica. |
| Plantas de recuperación y tratamiento | <ol style="list-style-type: none"> 1. Disminución importante de costos por uso menor de relleno sanitario, debido a la disminución de volumen de materia orgánica por reciclado. 2. Impacto positivo en la opinión pública. 3. Rápida puesta en marcha de la planta. 4. Recuperación de los diferentes materiales. 5. Desarrollo de fertilizante orgánico para ser comercializado con la calidad diferenciada para cultivos hortícolas orgánicos. 6. Creación de puestos de trabajo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento de los costos para la implementación de la planta de separación. |

Fuente: Plantas de recuperación / tratamiento de residuos sólidos urbanos. Scudelati & Asociados, asesores.

2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS

Los desechos sólidos producidos por los habitantes urbanos comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, etc. El grupo más voluminoso son los desechos domésticos.

Los DSU pueden clasificarse de acuerdo a su²⁸:

- Origen (domiciliario, industrial, comercial, institucional, municipal).
- Composición (materia orgánica y materia inorgánica)
- Peligrosidad

2.4.1 POR SU ORIGEN LOS DSU SE PUEDEN CLASIFICAR EN:

- a. **Desechos domiciliarios:** El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a ésta.
- b. **Desechos comerciales:** Es aquel que es producido en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.
- c. **Desechos industriales:** Es aquel que se genera en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción.
- d. **Desechos institucionales:** Se entiende por desecho sólido institucional aquel que proviene de establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreas y terrestres, fluviales o marítimas y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras.

²⁸ BID,12/97, Guía para la evaluación de impacto ambiental.

- e. **Desechos municipales:** se derivan de servicio municipal del barrido de calles, cortes de jardín, residuos de sumidero, animales muertos, etc.

2.4.2 POR SU COMPOSICIÓN LOS DSU SE PUEDEN CLASIFICAR EN²⁹:

- a. **Desechos orgánicos:** Son aquellos materiales que pueden ser degradados por acción biológica, es decir, que sufren biodegradación o putrefacción bacteriana, por medio de microorganismos bajo condiciones de temperatura, humedad, oxigenación, luz y aire haciendo que en poco tiempo estos materiales ingresen al suelo.
- b. **Desechos inorgánicos:** Están formados por todos aquellos materiales no biodegradables, es decir, que no son degradables por microorganismos y permanecen por mucho tiempo en el medioambiente. En los cuales tenemos:
- Papel y cartón: Periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes, etc.
 - Plásticos: Botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos y cubiertos desechables, etc.
 - Vidrio: Botellas, frascos diversos, vajilla rota, etc.
 - Metales: Latas, botes, chatarra, etc.
 - Otros.

2.4.3 POR SU PELIGROSIDAD:

Desechos peligrosos: Es todo aquel desecho, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas e irritantes representan un peligro para el

²⁹ Tesis: diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos en un sector urbano, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, curso: tesis de ingeniería química, profesos: García Pantigozo, alumno: Frank Michel Yurivilca Oscanoa. Año 2009.

equilibrio ecológico o el ambiente. En la tabla 2.2 se detallan las sustancias y los síntomas que contienen los DSU.

Tabla 2.2 Elementos que contienen los DSU y sus consecuencias

| Sustancia | Síntoma/enfermedad |
|--|--|
| Bario | Efectos tóxicos en el corazón, vasos sanguíneos y nervios. |
| Cadmio | Efectos en el hígado, riñones y huesos, pérdida de energía y fatiga, cirrosis, dermatitis. |
| Arsénico | Se acumula en los huesos, hígado y riñones. |
| Benceno, hidrocarburos, insecticidas policíclicos, esteres fenólicos. | Compuestos orgánicos cancerígenos. |
| Cromo | Provoca tumores de pulmón |
| Mercurio | Genera vómitos, náuseas, somnolencia, diarrea sanguinolenta, afecciones de riñón. |
| Pesticidas organofosforados, organoclorados, carbonatos, clorofenóxidos. | Afectaciones al cerebro y sistema nervioso. |
| Plomo | Provoca anemia, convulsiones, inflamaciones. |

Fuente: BID, 12/97, Guía para la evaluación de impacto ambiental.

2.5 ETAPAS EN EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS³⁰

Los desechos sólidos, como toda materia, tienen su ciclo de vida y sus impactos permanecen mientras dure su existencia. Las etapas del ciclo de vida de los desechos sólidos son:

2.5.1 Generación: Cantidad de desechos sólidos orgánicos por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado. Es la etapa que reúne actividades relacionadas con la identificación de un material sólido como carente de valor. Las principales fuentes productoras de desechos sólidos son los hogares particulares, establecimientos colectivos, educacionales, comerciales, hospitales e industriales entre otros.

2.5.2 Almacenamiento: Es la acción de retener temporalmente los desechos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos. Esta etapa generalmente es responsabilidad del generador.

2.5.3 Recolección: Se refiere a las actividades relacionadas con la recopilación de los desechos sólidos de viviendas, negocios y otros lugares, cargándolos a un vehículo de conducción y transportándolos a la estación de transferencia y procesamiento o disposición final.

2.5.4 Transferencia y transporte: Esta fase incluye todas las actividades relacionadas con la utilización de estaciones temporales de almacenamiento de los desechos sólidos, donde son transferidos por unidades recolectoras de menor capacidad a unidades de mayor capacidad para ser transportados a las unidades de procesamiento y/o recuperación o a disposición final, generalmente son utilizadas cuando la distancia para el transporte es grande.

³⁰ Tesis gestión ambiental y tratamiento de residuos urbanos. Propuesta para la zona metropolitana de Guadalajara a partir de las experiencias de la Unión Europea, pág. 101

2.5.5 Tratamiento: Comprende las técnicas, equipos, instalaciones y servicios utilizados para recuperar materiales útiles, productos de conversión o energía de los desechos sólidos. Proceso previo a la disposición final.

2.5.6 Disposición final: Reúne todas las actividades relacionadas con el destino final de los desechos sólidos. Generalmente se hace por medio de rellenos sanitarios.

2.6 MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Es el conjunto de procesos relacionados con el manejo y disposición de los desechos sólidos de las actividades domésticas, industriales, agroindustriales, comerciales, hospitalarias e institucionales en general. En esta gestión se ven involucradas tanto la legislación como una normativa técnica, lo mismo que los procesos de reducción en origen como los métodos de separación en la fuente, recolección, reciclaje y disposición final, ya sean públicos o privados. La gestión integral de residuos corresponde a todas las personas. Una guía para los ciudadanos se conoce como la ley de las 3 R's.

2.6.1 LEY DE LAS 3R's³¹

Esta ley también conocida como las tres erres de la ecología o simplemente 3R's, surge como una propuesta sobre los hábitos de consumo de la población, popularizada por la organización ecológica Greenpeace, la cual pretende desarrollar hábitos generales del consumo responsable. Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados.

³¹ Información sobre Ecología y Medio Ambiente, se puede encontrar en la siguiente dirección electrónica: http://estamosenpeligro.blogspot.com/2007/07/ley-de-las-tres-r-reducir-reciclar_27.html

2.6.1.1 REDUCCIÓN EN EL ORIGEN

En el proceso de generación de basura que inicia desde la producción, luego la distribución y por último el consumo de mercancías y productos de una amplia gama, la reducción tiene un papel especial, porque es la primera acción que se puede poner en práctica para evitar que al final de la cadena productiva, el volumen y composición de los desechos sólidos sea incontrolable.

La reducción se puede aplicar en cualquiera de las etapas del ciclo productivo, es decir, en la generación misma de los artículos, en la distribución que se hace de una gran cantidad de productos, en el consumo que se hace en la infinidad de centros de adquisición, que van desde comestibles, herramientas, prendas de todo tipo, hasta artículos suntuarios, pasando por una gran cantidad de otro tipo de mercancías.

La reducción en el punto de origen, tanto durante el proceso de producción como de consumo, es aplicar la filosofía de prevenir antes que lamentar. La reducción en el origen incluye una diversidad de acciones y medidas que podrían reducir la cantidad y toxicidad de la basura que se genera. La reducción en el origen puede además, conservar los recursos naturales que son materias primas básicas, ayuda a disminuir la contaminación del aire y el agua, reducir el volumen final de desechos y por tanto bajar los costos que implica la recolección y disposición final de los mismos.

La reducción es necesaria porque al producir menos basura, se reducen los problemas sociales, económicos y ambientales asociados a ella. El principal beneficio directo de la reducción de la cantidad de desechos que se generan en las fábricas, el comercio o el hogar, es que se contribuye a prevenir la acumulación de grandes cantidades de desechos de todo tipo, incluyendo materiales potencialmente útiles, en botaderos y vertederos.

2.6.1.2 REUSANDO LA BASURA

Reusar las cosas y los productos que se adquieren en el mercado y que usualmente se convierten en basura cuando ya no sirven, es uno de los caminos para reducir la cantidad de todo lo que se tira.

Se produce basura todo el tiempo, todos los días, durante todo el año. Anualmente, todas las cantidades acumuladas suman centenares de miles de toneladas, que terminan siendo depositadas en grandes vertederos, en botaderos clandestinos o ilegales, en basureros espontáneos, en ríos y lagos o simplemente esparcidos al aire libre. La basura se desborda y la actitud del ser humano es tirarla, alejarla de ellos, lanzarla por las ventanas del bus, del automóvil, tirarla en la acera, a la calle, donde ya no les estorbe.

Actualmente se vive en sociedades de consumo, donde tirar se ha convertido en la forma más fácil de deshacerse de la basura, sin considerar el valor que pueden tener muchos de los objetos que se consideran en un momento dado un simple desperdicio. Hoy en día el mercado ofrece una variedad interminable de productos, bienes y servicios para satisfacer necesidades reales y ficticias.

Los patrones de consumo se han venido transformando a través del tiempo, por la influencia de los avances de la tecnología, que progresivamente implantó la producción en serie, introdujo nuevos materiales, creó nuevas aplicaciones domésticas de los avances científicos y abarató los precios. Paralelamente, los medios de comunicación masiva jugaron su papel, desarrollando las herramientas de la publicidad y la propaganda.

La incorporación de más y más países en los circuitos globales de comercio incrementa el flujo de mercancías y bienes, y permite el desarrollo de una cultura homogénea que incentiva el consumo de nuevos satisfactores para alcanzar confort y la seguridad del progreso material.

En las sociedades de consumo actuales, los productos cada vez son aparentemente más inteligentes y eficientes, pero a menudo son de menor durabilidad, lo cual sirve para alimentar la espiral de consumo.

A continuación se dan una serie de alternativas para recuperar y reutilizar muchas cosas que usualmente terminan en la basura.

1. Mantener y recuperar productos duraderos.
2. Reusar bolsas, recipientes y otros artículos.
3. Prestar, alquilar o compartir artículos de uso poco frecuente.
4. Vender o donar artículos en vez de tirarlos.

2.6.1.3 RECICLAJE

Se puede decir que el reciclaje es la fase que complementa la reducción y el reusó en el proceso de un buen manejo de la basura. Es decir, que si no se puede deducir el consumo de materiales descartables, ni tampoco reutilizarlos, al menos se debe consumir materiales preferiblemente reciclados y cuyos desechos se puedan reciclar.

El reciclaje es el proceso mediante el cual los materiales son recolectados y utilizados como materia prima para procesos nuevos. El reciclaje previene que materiales potencialmente útiles lleguen a los rellenos sanitarios o sean quemados, reduciendo los volúmenes destinados a los sitios de disposición final.

El reciclaje ayuda a ahorrar energía y recursos naturales. Es una actividad que requiere especialmente de la participación de la iniciativa privada y de la existencia de empresarios creativos con responsabilidad social y ambiental.

2.7 ASPECTOS GENERALES DE LOS MATERIALES INORGÁNICOS

Son materiales que debido a su composición química permanecen por muchos años en el ambiente, siendo esto un problema ya que estos materiales después de ser utilizados son desechados por carecer de valor después de ser utilizados. Materiales inorgánicos es el nombre que recibe este tipo de basura ya que existe el otro tipo de basura que es la orgánica la cual no tarda mucho en degradarse.

2.7.1 CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS INORGÁNICOS

Los desechos sólidos inorgánicos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Vidrio:** Es un material inorgánico duro, frágil y transparente el cual muchas veces es desechado por daños físicos o por ya no ser de utilidad para la persona que los posee, llámese a estos frascos, parabrisas, etc.
- **Plásticos:** Este tipo de material es el que se encuentra en mayores cantidades en la basura estos provienen de envases de un solo uso, envolturas, bolsas, etc.
- **Métales:** Este tipo de desecho sólido procede fundamentalmente de las latas de refresco, cerveza y chatarra. Supone un perjuicio medioambiental por su largo tiempo de permanencia en el medioambiente.
- **Papel y cartón:** son innumerables los objetos de consumo cotidiano empaquetados con papel o cartón, estos tienen un tiempo de degradación media y son factibles para su comercialización como papel de segunda mano, este tipo de basura proviene de cajas, diarios, revistas, etc.

2.7.2 HISTORIA, RECICLAJE Y TIPOS DE CADA UNO DE LOS MATERIALES INORGÁNICOS

Hoy en día los materiales inorgánicos son de mucha utilidad para el ser humano los cuales han ido surgiendo a través del tiempo y evolucionando hasta como los conocemos hoy en día, estos materiales son: vidrio, plásticos, metal, papel y cartón aunque estos dos últimos no se consideran como un material inorgánico ya que tarda muy poco tiempo en biodegradarse cuando es desechado y expuesto a la humedad, el sol y el suelo. Pero por razones de que es un material que es muy utilizado para reciclaje sea incluido.

Vidrio: El vidrio fue descubierto en el siglo I, cuando unos mercaderes que se dirigían hacia Egipto para vender natrón (carbonato de sodio), se detuvieron para cenar a orillas del río Belus, en Fenicia. Como no había piedras para colocar sus ollas, decidieron utilizar algunos trozos, de natrón. Calentaron sus alimentos, comieron y se dispusieron a dormir. A la mañana siguiente vieron asombrados que las piedras se habían fundido y habían reaccionado con la arena para producir un material duro y brillante el cual se llamó vidrio y posteriormente en esta misma época se descubrió que añadiendo óxido de manganeso se podía aclarar el vidrio³².

En el siglo VI, en Europa, se producían mosaicos de vidrio y vidrieras las cuales los documentos de este siglo hacen referencia de vidrieras en las iglesias y en Francia e Inglaterra durante los siglos XIII y XIV, el vidrio se coloreaba añadiendo óxidos metálicos a la mezcla y después se cortaba, todo esto provenía del descubrimiento en Egipto. Y durante décadas la producción de vidrio fue en aumento hasta decaer afínales del renacimiento y vuelve a recuperarse en el siglo XIX³³.

³² Vidrio: http://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio#cite_note-4

³³ Historia del vidrio: <http://www.saber.golwen.com.ar/hvidrio.htm>

Hoy en día el vidrio continua utilizándose de diferentes formas en la industria manufacturera y en cualquier momento estos son utilizados por las personas que después de cumplir su función, para los cuales fueron adquiridos, son arrojados a la basura por carecer de valor o utilidad para su propietario, ocasionando contaminación ambiental ya que por los componentes químicos estos no son biodegradables.

Plásticos: El primer plástico que se tiene información, fue producido como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Pgelan and Collander ofreció una recompensa de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar, surgiendo en 1861 el primer plástico, cuando Alexander Parkes obtuvo un material celulósico, a partir del tratamiento de residuos de algodón con ácido nítrico y sulfúrico, en presencia de aceite de resina³⁴.

El material conseguido, llamado parkesina, no tuvo suceso comercial debido a su elevado costo de producción. Entretanto, en 1868, John W. Hyatt mejoró el producto desarrollado por Parkes y consiguió un producto económicamente viable sustituyendo el aceite de resina por el alcanfor, teniendo como resultado el celuloide. A partir de este material, se obtuvieron, como primer producto la fabricación con materiales sintéticos, las bolas de billar. El celuloide fue usado por mucho tiempo en la fabricación, no solo de bolas de billar sino también, de una diversidad de productos: peines, cabos de cubiertos, dentaduras, soportes de lentes, bolas de ping pong y películas fotográficas³⁵.

³⁴ Plástico: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>

³⁵ Origen y evolución de los plásticos: <http://plasticoperu.wordpress.com/2009/02/06/origen-y-evolucion-de-los-plasticos/>

En 1909, Leo H. Baekeland perfeccionó el proceso de producción de la resina fenol y formaldehído, desarrollada unos años antes por Adolf Von Bayer. La sustancia formada era resina rígida y poco inflamable, llamada baquelita. La baquelita fue ampliamente utilizada en la fabricación del cuerpo de los equipos eléctricos principalmente teléfonos, hasta la mitad de los 50, cuando fue sustituida por otros polímeros apenas por razones de estética, ya que la baquelita es oscura y casi no permite variaciones de color³⁶.

Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a las industrias a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. En la década de los 30's, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). En la misma década en Alemania se desarrollaron plásticos como el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos, potes y hueveras. El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico³⁷.

En estas últimas décadas, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso de tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases.

Metal: Según la historia se tiene indicios que el hierro empezó a utilizarse, cuatro milenios antes de Cristo, por parte de los sumerios y los egipcios. Con el transcurso del tiempo fueron apareciendo cada vez más objetos de hierro procedentes de meteoritos y para el siglo XII A.C. y X A.C. se produce una rápida transición en oriente medio pasando de las armas de bronce a las de hierro. A este periodo, que se produjo en diferentes fechas según el lugar, se

³⁶ Plástico: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>

³⁷ Plástico: <http://html.rincondelvago.com/el-plastico-y-su-historia.html>

denominó edad del hierro. Pero esta sustitución del bronce por el hierro fue paulatina, pues era difícil fabricar piezas de hierro: localizar el material, luego fundirlo a temperaturas altas para finalmente forjarlo³⁸.

En el siglo VIII A.C, China comienza a utilizar el primer hierro que también procedía de meteoritos y para el año 550 A.C. en los últimos años de la dinastía de Zhou, se consigue obtener hierro colado producto de la fusión del arrabio. El mineral encontrado allí presentaba un alto contenido en fósforo, con lo que se funde a temperaturas menores³⁹.

El hierro colado tardó más en Europa en surgir, pues no se conseguía la temperatura adecuada para su fusión. Alguna de las primeras muestras de hierro colado se ha encontrado en Suecia, en Lapphyttan y Vinarhyttan, del año 1150 a 1350⁴⁰.

Para el siglo XV, en Europa se implementó como método siderúrgico la Farga catalana. Con ello se obtenía hierro y acero bajo en carbono empleando carbón vegetal y el mineral de hierro, este conseguía alcanzar hasta unos 1200 °C. Para el siglo XVIII, en Inglaterra, comenzó a escasear y hacerse más caro el carbón vegetal, y esto hizo que comenzara a utilizarse coque, un combustible fósil, como alternativa. Fue utilizado por primera vez por Abraham Darby, a principios del siglo XVIII, que construyó en coalbrookdale un alto horno. En este periodo la demanda del hierro fue cada vez mayor, por ejemplo para su aplicación en ferrocarriles, etc. Y para finales del siglo XVIII y comienzo del siglo XIX se comenzó a emplear ampliamente el hierro como elemento estructural (en puentes y edificios, etc.)⁴¹.

³⁸ Hierro: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hierro>

³⁹ Hierro: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hierro>

⁴⁰ Hierro: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hierro>

⁴¹ Hierro: <http://es.wikipedia.org/wiki/Hierro>

Con el empleo del hierro, en el siglo XIX, para diferentes fines, en este mismo siglo con el desarrollo de la física y la química, se identificó el aluminio. Su nombre inicial fue propuesto por el británico Sir Humphrey Davy en el año 1809 y cambiado por el nombre de aluminium el cual fue el más aceptable por la IUPAC debido al uso uniforme del sufijo ium. La extracción del aluminio de las rocas que lo contenían fue una tarea ardua y a mediados del siglo, ya podían producirse pequeñas cantidades pero debido a que su producción era muy costosa llegó a ser el material máspreciado que la plata o el oro⁴².

Debido a diversas circunstancias que condujeron a un perfeccionamiento de las técnicas de extracción del aluminio, se consiguió obtener una mayor producción. Y una de ellas es la invención de la dinamo en 1886, el cual permitió generar la cantidad de energía requerida para realizar el proceso de extracción, con este tipo de invenciones y el mejoramiento de la técnica hizo que la producción incrementara vertiginosamente. En el año 1882 se tenía una producción de 2 toneladas y para el año 1900, alcanzó una cantidad de 6,700 toneladas, en 1943 se produjo 2,000,000 y sigue en aumento desde entonces. Esto llevó a tener una gran abundancia de aluminio haciendo caer el precio de este y que perdiese la vitola de metalpreciado para convertirse en un metal común. Hoy en día el proceso de extracción se mantiene, aunque se recicla de manera general desde 1960, por motivos medio ambientales pero también económicos ya que la recuperación del metal a partir de la chatarra cuesta un 5% de la energía de extracción a partir de la roca⁴³.

Papel y cartón: La fabricación de *papel* da inicios en el año 105 D.C. en china, y su composición fue una mezcla de fibras de corteza de madera, bambú, ramio, cáñamo y trapo usados y para el año 500 D.C. en México se comienza a fabricar la celulosa como materia prima para la fabricación de papel con

⁴² Aluminio: <http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>

⁴³ Aluminio: <http://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>

materiales tales como: paja de trigo, de avena y de arroz, etc. Dentro de este proceso la corteza era ablandada a base de golpes y posteriormente tratada con agua y cal para remover la sabia, formando hojas sobre tablas planas que dejaban secar al aire, para después desprenderlas y emplearlas como papel.

En el siglo XVI, en América y México recién terminada la conquista, se construye el primer molino para la fabricación de papel el cual mejoró la producción de este. Hoy en la actualidad se fabrica papel a partir de madera, de bagazo de caña y de desperdicios de papel y de cartón, quedando en desuso el resto de los materiales mencionados por razones económicas, de calidad y de disponibilidad.

Es importante destacar, que actualmente la industria productora de papel en México requiere del orden de 5 millones 144 mil toneladas de fibra para la producción de 4 millones 513 toneladas de papel de acuerdo a datos del 2006. De esta mezcla total de material fibroso para la fabricación de los diferentes papeles, el 83.6% corresponde a fibras secundarias, evidenciándose de esta manera la contribución que hace la industria en materia ambiental, además el restante 16.4% de material fibroso utilizado para la producción de papel corresponde a fibras vírgenes, dentro de este rubro el 1.8% es celulosa de bagazo de caña.

Es de apreciar el justo valor de la utilización de fibras secundarias para la fabricación de papel. Toda vez que cada tonelada de papel hecho con materias recicladas, puede evitar el corte del equivalente de 17 a 19 árboles aptos, más el equivalente de 2000 litros de petróleo crudo.

El cartón es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. Las primeras láminas de cartón no ofrecían gran resistencia y fue cuando Oliver Long se le ocurrió pegar una lámina ondulada a una cara plana y después a otra cara plana para hacer el

cartón más grueso y duro. Este avance en la fabricación del cartón fue patentado en Estados Unidos en 1874 y en 1882 fue Robert Gair quien desarrollo el proceso de plegado del catón para hacer las cajas en dos pasos con su máquina la cual produjo un ahorro de energía y tiempo de fabricación.

En el año 1890, Robert Thompson logro automatizar la unión de la parte ondulada a las dos caras de cartón y desde entonces la industria del cartón ha tenido continuos avances en la técnica de fabricación.

2.7.3 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES INORGÁNICOS

Existen muchos materiales inorgánicos que se encuentran en la basura y cada uno de ellos tiene sus propiedades que los caracterizan. A continuación en las siguientes tablas de la 3 a la 16 se presentan las propiedades generales de los principales materiales inorgánicos como lo son: los plásticos, los metales, el vidrio, el papel y el cartón.

2.7.3.1 PROPIEDADES GENERALES DE LOS MATERIALES INORGÁNICOS

Las propiedades del vidrio son:

Tabla 2.3 Propiedades físicas del vidrio.

| Propiedades físicas | |
|----------------------------|---|
| Propiedad | Descripción |
| Color | El color es originado por los elementos que se agregan en el proceso de fusión, llamados colorantes. |
| Textura | La superficie de los vidrios puede variar en cuestiones de brillo, esto depende del proceso de fundido en el que se haya quedado. Un vidrio completamente fundido presenta un brillo, porque el vidrio se nivela y aplanan cuando se funde, formando una superficie extremadamente lisa, dicha homogeneidad es una muy buena característica del material pues lo hace más fácil de limpiar. |
| Peso | El peso en los vidrio difiere de acuerdo a su composición de los vidrios típicos según su uso. |

Tabla 2.4 Propiedades mecánicas del vidrio.

| Propiedades mecánicas | |
|------------------------------|---|
| Propiedad | Descripción |
| Dureza | De 6 a 7 en la escala de Mohs. El vidrio templado tiene la misma dureza superficial que el vidrio recocido o crudo |
| Torsión | La resistencia a la torsión de un material se define como su capacidad para oponerse a la aplicación de una fuerza que le provoque un giro o doblez en su sección transversal. El vidrio en su estado sólido no tiene resistencia a la torsión, en cambio en su estado fundido son como una pasta que acepta un grado de torsión que depende de los elementos que le sean adicionados. |
| Resistencia a la tracción | Varía según la duración de la carga y oscila entre 3000 y 700 K/cm ² . Para cargas permanentes, la resistencia a la tracción del vidrio disminuye en un 40%. A mayor temperatura menor resistencia a la tracción. |
| Resistencia a la compresión | El vidrio tiene una resistencia a la compresión muy alta. El peso necesario para romper un cubo de vidrio, de 1 cm de lado, es de aproximadamente de 10.000 Kg/cm ² . |
| Tensión | Los vidrios generalmente presentan una resistencia a la tensión entre 3000 y 5500 N/cm ² , aunque pueden llegar a sobrepasar los 70000 N/cm ² si el vidrio ha sido especialmente tratado. |
| Flexión | La flexión es distinta para cada composición del vidrio. La resistencia a la rotura de flexión es casi 40 N/mm ² para un vidrio pulido y recosido de 120 a 200 N/mm ² para un vidrio templado. El elevado valor de la resistencia del vidrio templado se debe a que sus caras están situadas fuertemente comprimidas, gracias al tratamiento al que se le somete. |

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/5056920/Propiedades-del-Vidrio>

Tabla 2.5 Propiedades químicas del vidrio.

| Propiedades químicas | |
|-----------------------------|--|
| Propiedad | Descripción |
| Densidad | Debido a distintos tipos de vidrios que pueden ser fabricados, las densidades varían de acuerdo a la sustancia con la que sean complementados; normalmente un vidrio puede tener densidades relativas (con respecto al agua) de 2 a 8. La densidad de un vidrio aumenta al incrementar la concentración de óxido de calcio y óxido de titanio. |
| Viscosidad | Un vidrio es un líquido sobre enfriado, lo cual significa que es un líquido que llega a mayores temperaturas que la de solidificación. La viscosidad va variando dependiendo de los componentes del vidrio. |
| Corrosión | En el medio ambiente el vidrio es muy resistente a la corrosión y no desisten ante el desgaste. |

Las propiedades de los plásticos son:

Tabla 2.6 Propiedades físicas de los plásticos.

| Propiedades físicas | |
|-----------------------------|---|
| Propiedad | Descripción |
| Masa específica | Está comprendida entre 1 y 1.7 kg/dm ³ aumenta cuando crece la polimerización. |
| Color y propiedades ópticas | El color varía entre blanco y castaño. Existen plásticos transparentes a la luz visible, rayos ultravioleta e infrarrojo utilizado en cristales de óptica. |
| Propiedades eléctricas | Resistividad del orden 10 ¹² a 10 ¹⁶ ohm.cm, rigidez eléctrica del orden de 10 kv por cm de espesor. |
| Características térmicas | Calor específico varía de 0.25 y 0.5 Cal/gr.°C, elevada dilatación lineal y buenos aislantes térmicos, conductividad de 8 a 10 veces que la de los mejores caloríficos. |
| Fisión | No representa un punto, sino un intervalo de fusión, las sustancias termoplásticas es de 100 a 150 °C; en el caso de sustancias termoendurecidas solo existe fisión cuando no ha alcanzado el estado final de su volumen químico. |
| Solubilidad | Si se sobrepasa la concentración relativa a la saturación, queda una fase sólida en presencia de una solución. |

Tabla 2.7 Propiedades mecánicas de los plásticos.

| Propiedades mecánicas | |
|------------------------------|--|
| Propiedad | Descripción |
| Elasticidad | Presentan una elasticidad análoga a la de los metales, esta se debe a los enlaces intermoleculares que intervienen como fuerza de cohesión; el alargamiento elástico excede 4% a la temperatura ordinaria. |
| Plasticidad | Se manifiesta de manera sensible en las sustancias termo-plásticas y con una intensidad que aumenta con la temperatura, ciertos productos se deforman fácilmente con agua hirviendo, los termo-duros no son deformables pues su alargamiento a la tracción apenas sobrepasa el 0.7% a la temperatura ordinaria, mientras que es del orden del 10 al 100% a las sustancias termo-plásticas. |
| Resistencia a la rotura | La resistencia a la tracción es del orden de 2 a 6 kg/mm ² para los productos moldeados, pero más elevada para los productos estratificados hasta 35 kg/mm ² . |
| Rozamiento interno | Las vibraciones se extinguen rápidamente en el seno de las piezas de plástico por razón del elevado valor del coeficiente de rozamiento interno de esas sustancias, esto sirve para eliminar la resonancia cuando el producto queda sometido a compresiones periódicas. |

Tabla 2.8 Propiedades químicas de los plásticos.

| Propiedades químicas | |
|---------------------------------|---|
| Propiedad | Descripción |
| Acción del calor | Cada plástico está caracterizado por una temperatura máxima de utilización continua que varía de 60 a 260 °C, y que es inferior a su punto de fusión. |
| Combustión | Excepto los productos basados en nitrato de celulosa, los plásticos arden difícilmente pero algunos son incluso inflamables como las sustancias ricas en halógenos o que representan un alto grado de poli-condensación. |
| Acción de los reactivos usuales | Son insensibles a la acción del agua y de soluciones diluidas ácidas y básicas, aunque se prefiere eliminar la imputrefacción de los plásticos, actualmente la mayoría de ellos resultan imputrescibles y pueden ser empleados sin precauciones en climas calientes y húmedos, pero la acción prolongada de la luz da lugar a que las sustancias incoloras o coloradas adquieran una tonalidad amarillenta. |

Las propiedades de los metales son:

Tabla 2.9 Propiedades físicas de los metales.

| Propiedades físicas | |
|-------------------------------------|--|
| Propiedad | Descripción |
| Brillo | Todos los metales presentan un brillo metálico. |
| Maleables y dúctiles | Se pueden formar láminas y alambres finos a partir de ellos. |
| Propiedades eléctricas y magnéticas | Los metales permiten el paso de la corriente eléctrica con facilidad. |
| Peso específico | El peso específico puede ser absoluto o relativo: el primero es el peso de la unidad de volumen de un cuerpo homogéneo. El peso específico relativo es la relación entre el peso de un cuerpo y el peso de igual volumen de una sustancia tomada como referencia; para los sólidos y líquidos se toma como referencia el agua destilada a 4°C. |
| Dureza | La superficie de los metales opone resistencia a dejarse rayar por objetos agudos. |

Tabla 2.10 Propiedades mecánicas de los metales.

| Propiedades mecánicas | |
|------------------------------|--|
| Propiedad | Descripción |
| Resistencia a la tracción | La resistencia a la tracción puede variar entre 50MPa para el aluminio hasta valores tan altos como 3000MPa para aceros de alta resistencia. |
| Tenacidad | Resistencia a la rotura por esfuerzos de impacto que deforman el metal. |
| Plasticidad | Permite que el material tenga deformación permanente sin llegar a la rotura. |

Tabla 2.11 Propiedades químicas de los metales.

| Propiedades químicas | |
|-----------------------------|---|
| Propiedad | Descripción |
| Enlace metálico | Tienen pocos electrones en su capa más externa y se pierden con gran facilidad. |
| Enlace iónico | Es una relación de dos átomos de distinta electronegatividad. Existe transferencia de uno o más electrones del átomo menos electronegativo hacia el más electronegativo. |
| Resistencia a la corrosión | <p>La corrosión de los metales puede originarse por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reacciones químicas con los agentes corrosivos. - Reacciones electroquímicas producidas por corrientes electrolíticas generadas en elementos galvánicos. <p>La corrosión electrolítica puede producirse por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Heterogeneidad de la estructura cristalina. - Tensiones internas producidas por deformación en frío. - Diferencia en la ventilación externa. <p>La protección de los metales contra la corrosión puede hacerse por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adición de elementos especiales que favorecen la resistencia a la corrosión. |

Fuente: <http://www.tareasya.com.mx/index.php/tareas-ya/secundaria/quimica/atomos-y-moleculas/2201-Character%C3%ADsticas-y-propiedades-f%C3%ADsticas-y-qu%C3%ADmicas-de-los-metales-y-no-metales.html>

Las propiedades del papel son:

Tabla 2.12 Propiedades físicas del papel.

| Propiedades físicas | |
|----------------------------|--|
| Propiedad | Descripción |
| Color | Es la tonalidad que presenta un papel blanco o distinto del blanco. |
| Gramaje | Es el peso por unidad de superficie. Unidades: gr/m ² y kg/resma. |
| Espesor | Es el grosor o calibre de un papel. Unidades: mm o micras. |
| Dilatación (estabilidad) | Es el aumento del área en % producida por la humedad y factores mecánicos. Es un factor importante en la impresión |

| | |
|---------------|---|
| dimensional) | por las variaciones que puede sufrir la imagen. |
| Transparencia | El papel es un elemento translucido. No obstante si lo ponemos contraluz podemos estudiar la distribución de las fibras por el papel. |
| Porosidad | Paso del aire a través del papel. Es el grado de microporos que tiene un papel. Este factor es importante para determinar la penetración de la tinta en el papel. |

Fuente: Propiedades físicas y ópticas del papel, Luis Alfredo Roperro Barbosa

Tabla 2.13 Propiedades mecánicas del papel.

| Propiedades mecánicas | |
|---|--|
| Propiedad | Descripción |
| Resistencia a la tensión | Se mide el estiramiento que sufre el espécimen durante la prueba hasta el momento de la ruptura, esta propiedad se llama elongación. |
| Resistencia al doblez | Esta resistencia mide la cantidad de dobleces que requerirá un papel antes de romperse. |
| Resistencia al levantamiento de la superficie del papel | Es la resistencia que la superficie del papel opone a ser levantada o arrancada por una fuerza de tensión que tira de ella perpendicularmente, como la tinta al ser impreso. |
| Resistencia al rasgado | Es la capacidad de un papel para resistir a la ruptura cuando se somete a un jalón. |

Fuente: <http://graficproduccion.blogspot.com/2006/10/papel-propiedades-mecnicas.html>

Tabla 2.14 Propiedades químicas del papel.

| Propiedades químicas | |
|-----------------------------|---|
| Propiedad | Descripción |
| PH | Define el grado de acidez, alcalinidad o neutralidad química de un material. Los PH óptimos en general oscilan entre 4.5 y 6.5. |

Fuente: <http://www.ediciondearte.info/propiedades-del-papel/>

Las propiedades del cartón son:

Tabla 2.15 Propiedades físicas del cartón.

| Propiedades físicas | |
|----------------------------|--|
| Propiedad | Descripción |
| Gramaje | Es el peso del cartón expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2). Normalmente, el papel de más de 160g/m^2 recibe el nombre de cartón, ya que este es el nivel mínimo para que un material fibroso pueda ser suficientemente rígido y fuerte para convertirse en envase. |
| Grosor | Es la distancia entre las dos superficies de la lámina de cartón, y se mide en milésimas de milímetros (μm). |
| Densidad | Describe cómo es de compacto el cartón, y se mide en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). |

Fuente: Glosario de términos sobre el cartón y los envases de este material, pro-cartón.

Tabla 2.16 Propiedades mecánicas del cartón.

| Propiedades mecánicas | |
|------------------------------|---|
| Propiedad | Descripción |
| Rigidez | La demanda de rigidez recorre toda la cadena del envase. El cartón es único material que tiene la capacidad de ofrecer una rigidez por unidad de peso. Sin ella el cartón no podría cumplir con su función primaria, que es proteger el contenido del envase. |
| Fuerza de compresión | Cuando los envases de cartón son apilados uno encima de otro, lógicamente la mayor carga recae sobre la pila inferior. Para evitar que los envases se derrumben, la propiedad más importante del cartón como material es su buena fuerza de compresión. |
| Fuerza de rasgado | Es la fuerza necesaria para rasgar una lámina de cartón a lo largo de una incisión existente. |

Fuente: Glosario de términos sobre el cartón y los envases de este material, pro-cartón.

2.8 LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE EL SALVADOR.

2.8.1 MARCO NORMATIVO

2.8.1.1 A NIVEL NACIONAL

La legislación Salvadoreña cuenta con herramientas legales para proteger el Medio Ambiente entre las que se pueden mencionar: la constitución nacional, la ley de medio ambiente, reglamento especial de desechos sólidos.

➤ **Constitución de El Salvador:**

La constitución de la república de El Salvador en los artículos 65 y 117, regula el buen manejo de los desechos sólidos desde la recolección hasta la disposición final.

➤ **Ley del Medio Ambiente:**

En cumplimiento al Art. 52 de la ley del Medio Ambiente promoverá la coordinación con las instituciones competentes y otros sectores involucrados en la elaboración del Reglamento para el Manejo Integral de Desechos Sólidos.

➤ **Reglamento especial de los desechos sólidos de El Salvador:**

En el Título I Capítulo Único Art. 1. El presente reglamento tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos. El alcance del mismo será el manejo de los desechos sólidos de origen domiciliario, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.

2.8.1.2 A NIVEL LOCAL

➤ **Código Municipal:**

El código Municipal fue emitido mediante Decreto legislativo N° 274, publicado en el diario oficial N° 23 Tomo 290, de fecha 5 de febrero de

1986. En el título 3, Capítulo Único, Art. 4, Numeral 19, se establece la competencia de las Municipalidades la responsabilidad en la presentación del servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de la basura.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DE LA

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS

SÓLIDOS EN LOS MUNICIPIOS DE

CHALCHUAPA, SAN SEBASTIÁN SALITRILLO,

SANTA ANA Y EL CONGO.

3.1 INTRODUCCIÓN

En El Salvador como en otros países la situación de los desechos inorgánicos es preocupante, significa grandes cantidades de material no biodegradable que afectan el medio ambiente.

Ahora bien los materiales inorgánicos pueden ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, en la actualidad no es así. Lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, principalmente en las grandes ciudades.

A continuación se presenta el diagnóstico de la situación actual de los desechos en cuatro Municipios; Chalchuapa, San Sebastián Salitrillo, Santa Ana y El Congo. Los demás municipios del Departamento de Santa Ana se han tomado de la información secundaria de la investigación.

Se presentan las técnicas e instrumentos de la investigación los cuales nos ayudaran para la recolección de la información y obtener información para poder realizar un buen análisis de los resultados, se plasman los datos obtenidos en la caracterización de los desechos sólidos de cada uno de los 4 Municipios mencionados anteriormente.

3.2 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LOS 4 MUNICIPIOS EN ESTUDIO.

Los volúmenes de producción y características de los desechos sólidos son muy variables de ciudad en ciudad y país en país, en función de los diferentes hábitos y costumbres de la población, de las actividades dominantes, del clima, de las estaciones y otras condiciones locales que se modifican con el transcurso de los años.

Estas variaciones influyen mucho en la búsqueda de la solución más apropiada a los problemas involucrados con los DSU. Los problemas a los que es necesario dar solución son: la contaminación del Medio Ambiente, poca vida útil de los rellenos sanitarios.

En cualquier ciudad, sea grande o pequeña, es esencial conocer la cantidad de basura a recoger y disponer, y sus características tales como la composición, con el objetivo de diseñar técnicamente los sistemas de separación.

El análisis de la basura tiene como objetivo el permitir conocer en forma fidedigna dichas características, el objeto de contar con los antecedentes necesarios para dar solución a los problemas que se plantean.

3.2.1 SISTEMA DE RECOLECCIÓN, CANTIDAD Y TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA ANA.

El municipio de Santa Ana tiene una extensión territorial de 400.05 km². Está conformado por 35 cantones, 318 caseríos, 11 barrios, 272 colonias y 1 asentamiento.

El sistema de recolección de los desechos sólidos del municipio de Santa Ana, consta de 24 zonas de recolección distribuidas en dos turnos, un turno por día, en los cuales se recoge y transportan todos los desechos generados por los domicilios, para ello la alcaldía cuenta con 88 peones, 22 motoristas; además

cuenta con 136 personas destinadas al aseo de calles y limpieza de tragantes. El equipo recolector cuenta con 9 camiones compactadores y 4 camiones de cerrados⁴⁴.

Resultados de la entrevista al Gerente de Medio Ambiente y de la encuesta a los pepenadores.

Por medio de una entrevista elaborada para el gerente de Medio Ambiente se conoció sobre las cantidades y tipo de basura recolectada por la alcaldía. A continuación se muestran los resultados de dicha encuesta. (Anexo 3.1)

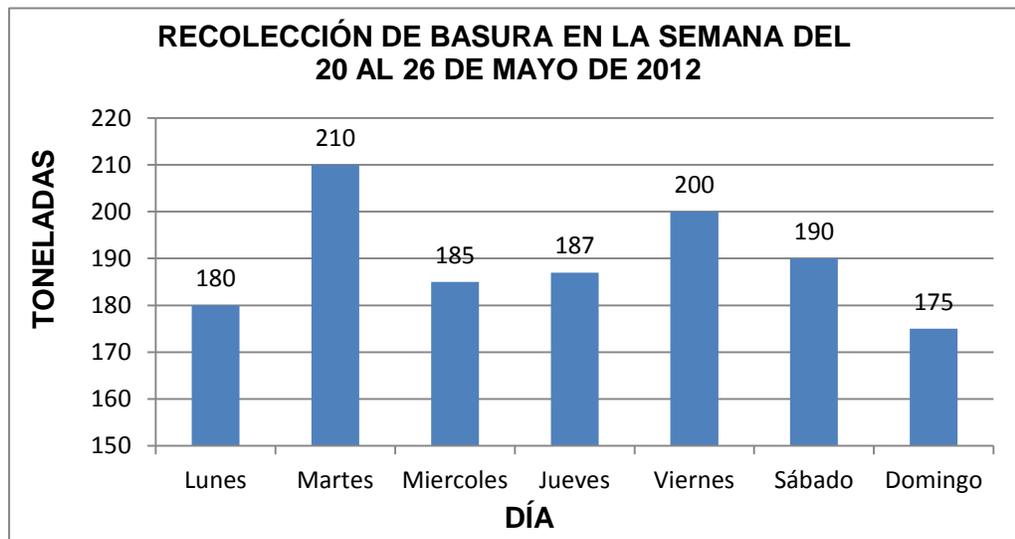
1. ¿Qué cantidad de basura se recolecta en promedio por día?

180 toneladas.

2. ¿Cuál es la generación de basura que tuvo el municipio la semana anterior?

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| 180 | 210 | 185 | 187 | 200 | 190 | 175 |

Gráfica 3.1



⁴⁴ Alcaldía Santa Ana, Ing. Máximo Valdés Gerente de medio ambiente.

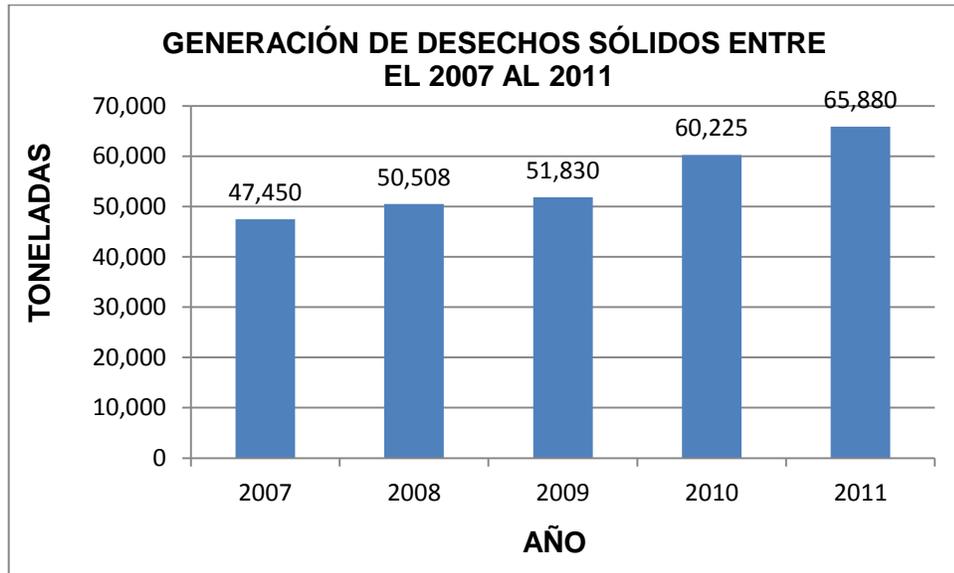
Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Santa Ana es el municipio que genera mayor cantidad de desechos sólidos, en promedio recolecta diariamente 180 toneladas. De los cuatro municipios en donde se realizó el diagnóstico solo Santa Ana tiene servicio de aseo el día domingo, siendo este día en el que se genera menos desechos.

3. ¿Qué cantidad de basura recolectó la alcaldía en los últimos 5 años?

| Años | Toneladas | Años | Toneladas | Años | Toneladas |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 2007 | 47,450 | 2009 | 51,830 | 2011 | 65,880 |
| 2008 | 50,508 | 2010 | 60,225 | | |

Gráfica 3.2



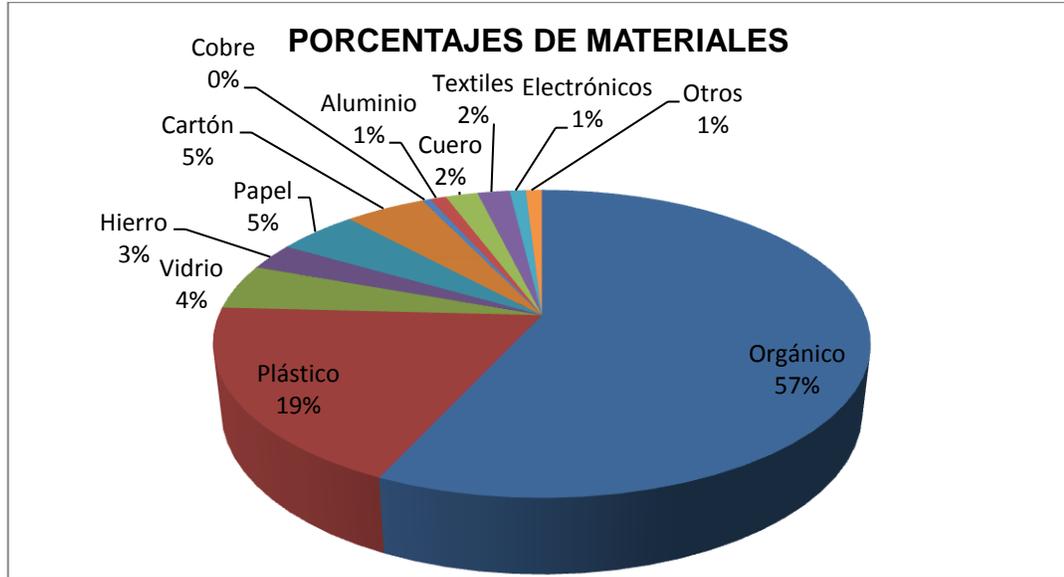
Como se ve en los datos proporcionados por el ing. Máximo Valdés, la basura año con año va en aumento, de 47,450 toneladas en el 2007 paso a 65,880 toneladas en el 2011; esto indica un grave problema para su disposición final por los altos porcentajes de materia inorgánica.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

4. ¿Qué tipo de materiales se recolectan y en que porcentajes?

| Material | Material Recolectado | % |
|-----------------|-----------------------------|----------|
| Orgánico | X | 60 |
| Plástico | X | 20 |
| Vidrio | X | 5 |
| Hierro | X | 3 |
| Papel | X | 5 |
| Cartón | X | 5 |
| Cobre | X | 0.5 |
| Aluminio | X | 1 |
| Cuero | X | 2 |
| Textiles | X | 2 |
| Electrónicos | X | 1 |
| Otros | X | 1 |

Gráfica 3.3



De los materiales inorgánicos presentes en los desechos sólidos, el que tiene mayor porcentaje es el plástico con un 19%, seguido por el papel y cartón con un 5% cada uno, vidrio 4%, cuero y textiles 2% cada uno, aluminio, electrónicos y otros 1%. El material que se encuentra en menor porcentaje es el cobre con tan solo un 0.5% debido a su alto valor en el mercado del reciclaje.

5. De qué manera está organizada la recolección de basura en su municipio.

La recolección de los desechos está organizada tanto en zonas como en rutas debido a lo grande del municipio.

6. Especifique que lugares comprende la respuesta anterior.

Las zonas están enumeradas desde la 1 a la 24.

7. ¿Dónde lleva la alcaldía los desechos sólidos para su disposición final?

MIDES Nejapa.

Para la alcaldía el traslado de los desechos hasta MIDES le genera mayores gastos en recursos económicos.

8. ¿Tiene algún(os) lugar(es) de proceso intermedio (acopio, transferencia o almacenamiento temporal) donde previamente se deposite la basura antes de llevarla a su disposición final?

No.

10. Costos realizados por parte de la alcaldía diariamente para: recolección, transporte y disposición final.

No se presentaron costos.

ENCUESTA PARA LOS PEPENADORES DEL BOTADERO DE CUTUMAY CAMONES (anexo 3.2)

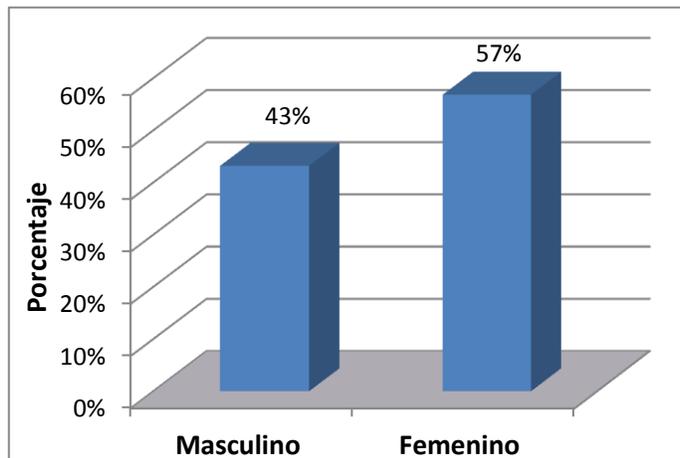
A continuación se presentan los resultados de la encuesta que se aplicó a los pepenadores.

Grafica 3.4

1. Sexo

Masculino 19 = 43%

Femenino 25 = 57%



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

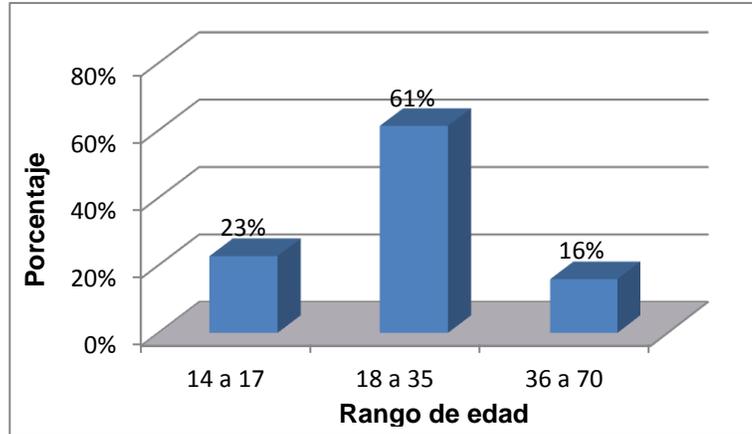
2. Edad

Entre 14 a 17 = 10

Entre 18 a 35 = 27

Entre 36 a 70 = 7

Gráfica 3.5



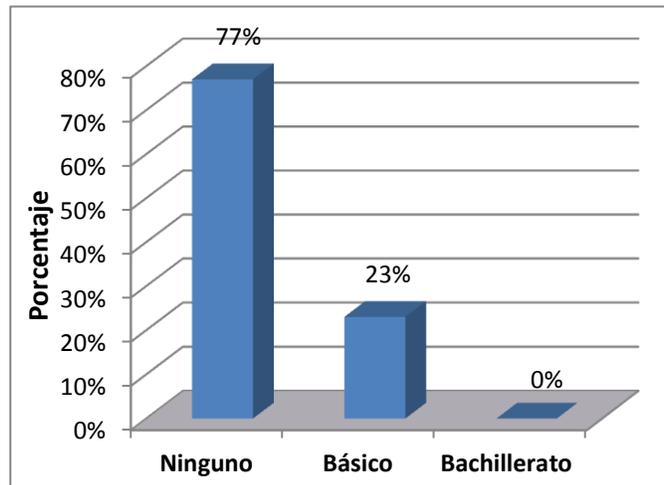
3. Estudios realizados

Ninguno 34 = 77%

Básico 10 = 23%

Bachiller 0

Gráfica 3.6

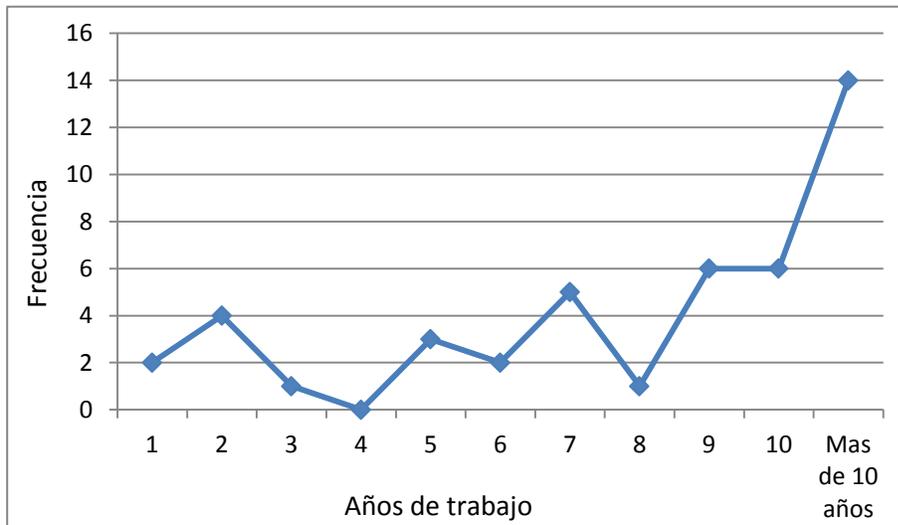


4. ¿Cuánto tiempo lleva recolectando materiales?

| Años de trabajo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Más de 10 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------|
| Frecuencia | 2 | 4 | 1 | 0 | 3 | 2 | 5 | 1 | 6 | 6 | 14 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

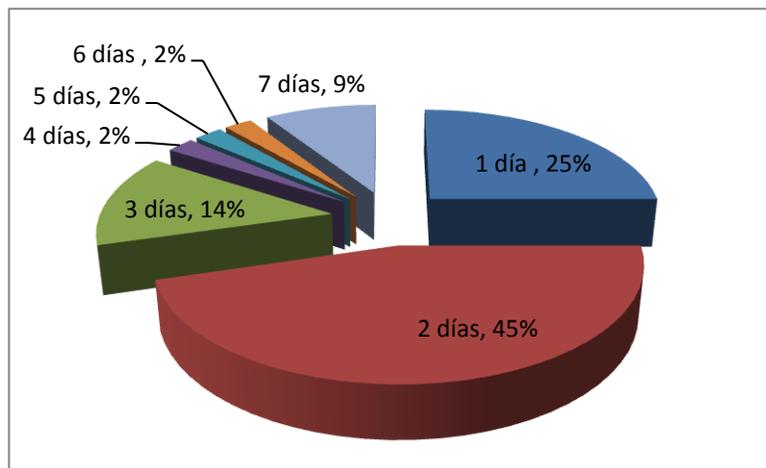
Grafica 3.7



5. ¿Con que frecuencia realiza la pepena de materiales?

Grafica 3.8

| Días por semana | |
|-----------------|------------|
| Días | Frecuencia |
| 1 | 11 |
| 2 | 20 |
| 3 | 6 |
| 4 | 1 |
| 5 | 1 |
| 6 | 1 |
| 7 | 4 |



6. ¿Qué tipo de materiales observa en este botadero?

| | | | |
|----------|----|--------|----|
| Papel | 44 | Hierro | 10 |
| Cartón | 44 | Bronce | 0 |
| Plástico | 44 | Cobre | 0 |
| Vidrio | 44 | Otros | 44 |
| Aluminio | 44 | | |

7. ¿De estos tipos de materiales cuales recoge o pepena?

| | | | |
|----------|----|--------|----|
| Papel | 10 | Hierro | 5 |
| Cartón | 13 | Bronce | 0 |
| Plástico | 35 | Cobre | 0 |
| Vidrio | 24 | Otros | 44 |
| Aluminio | 37 | | |

8. ¿Por qué recoge estos materiales? Explique.

Por la rentabilidad económica.

9. ¿Cuánto le pagan por los materiales que recoge?

| | | | |
|----------|------------|--------|----------------|
| Papel | \$0.03 /lb | Hierro | \$2.86/quintal |
| Cartón | \$ 0.01/lb | | |
| Plástico | \$0.01 /lb | | |
| Vidrio | \$0.01 c/u | | |
| Aluminio | \$0.29 /lb | | |

10. ¿En qué estado encuentra estos materiales?

| | |
|---------------------------------|----------|
| Limpio | 0 |
| Contaminado de su contenido | 9 = 21% |
| Contaminado de otras sustancias | 31 = 70% |
| Deteriorado | 4 = 9% |

11. ¿En qué forma usted encuentra los diferentes materiales?

| Papel | Cartón | Plástico | Vidrio |
|--|---|--|-------------------------------|
| -Revistas -Cuadernos -Hojas sueltas -Pedazos de hojas | -Cajas -Pliegos de cartulina -Rótulos | -Botellas -Pedazos de plástico -Bolsas -Depósitos | -Botellas -Vasos quebrados |
| Aluminio | Hierro | Bronce | Cobre |
| -Latas (gaseosa, cerveza o jugo) -Piezas de aluminio | -Pedazos | | |

12. ¿Usa algún tipo de protección personal al realizar este tipo de trabajo?

SI 0

NO 44

13. ¿Qué tipo de protección personal usa?

Ninguno

14. ¿Si existiera una planta separadora de desechos sólidos, estaría dispuesto(a) a trabajar dentro de ella?

SI 44 = 100%

3.2.2 SISTEMA DE RECOLECCIÓN, CANTIDAD Y TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SAN SEBASTIÁN SALITRILLO.

El municipito de San Sebastián Salitrillo tiene una extensión territorial de 42.32 Km². Está conformado por 4 cantones, 9 caseríos, 1 barrio y 25 colonias.

El sistema de recolección de los desechos sólidos del municipio de San Sebastián Salitrillo, consta de 2 rutas de recolección en las cuales se recoge y transportan los desechos generados por el municipio, para ello la alcaldía

cuenta con 20 empleados que pertenecen al departamento de aseo público distribuidos de la siguiente forma: 2 motoristas, 8 peones y 10 barrenderos estos últimos se encargan de la limpia de calles, avenidas y parques. Los desechos que son recolectados por los barrenderos son depositados en un lugar específico en donde son recogidos por los camiones recolectores de la basura. El equipo recolector cuenta con 2 camiones y 10 carretones⁴⁵.

El servicio de aseo tiene una cobertura del 100%, con una frecuencia de recolección de 6 días a la semana, resultando un promedio de 14.16 toneladas diarias recolectadas, esta producción incluye desechos recolectados de viviendas, comercio, mercado, industria y áreas comunes.

Resultados de la entrevista al Gerentes de Medio Ambiente.

Por medio de una entrevista elaborada para el gerente de Medio Ambiente se conoció sobre las cantidades y tipo de basura recolectada por la alcaldía. A continuación se muestran los resultados de dicha encuesta. (Anexo 3.1)

1. ¿Qué cantidad de basura se recolecta en promedio por día?

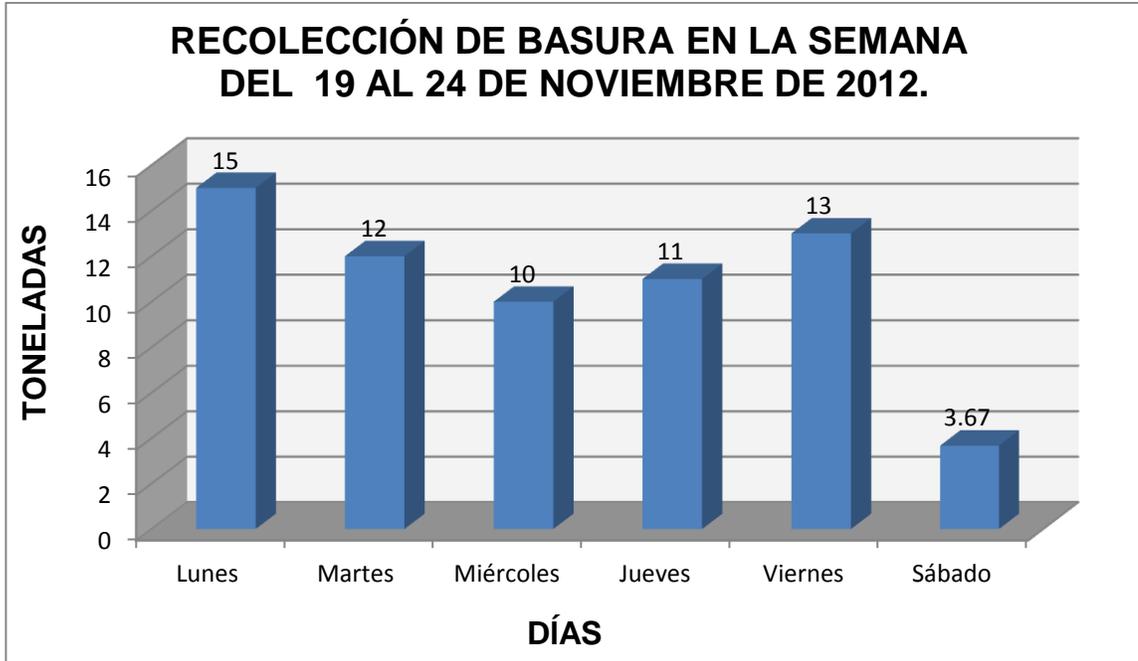
Diariamente este municipio recolecta 14.16 toneladas diarias en promedio.

2. ¿Cuál es la generación de basura que tuvo el municipio la semana anterior?

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|--------------|---------------|------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 15 | 12 | 10 | 11 | 13 | 3.67 | 0 |

⁴⁵ Segundo censo nacional de desechos sólidos municipales, Informe final, Departamento de Santa Ana. MARN.

Gráfica 3.9

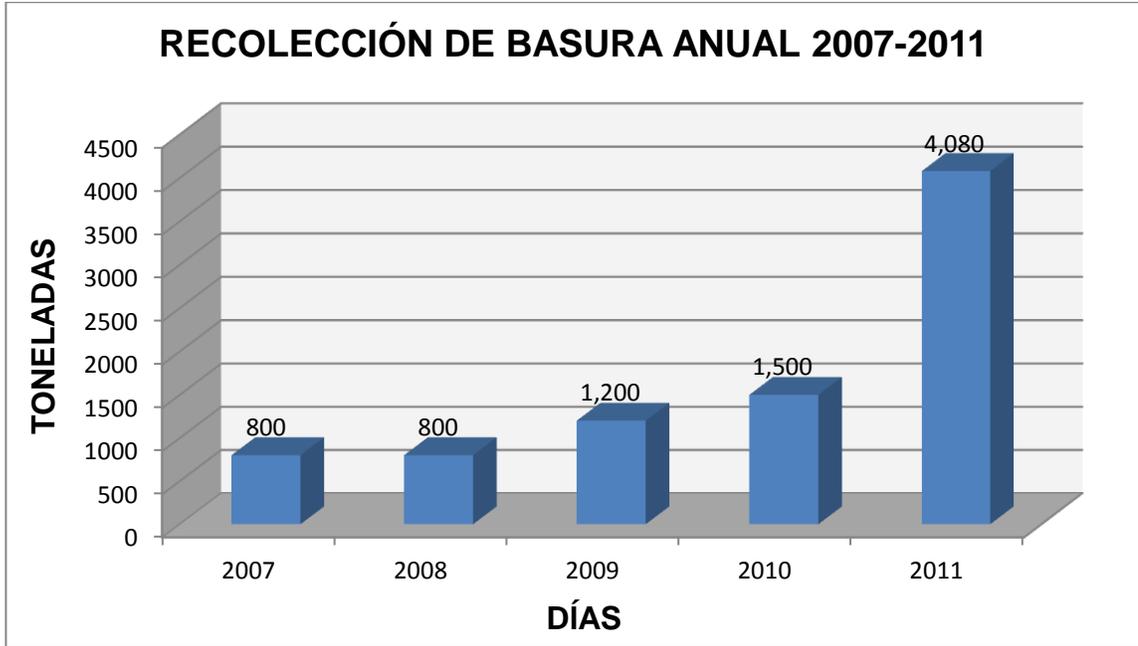


San Sebastián Salitrillo a pesar de ser un municipio pequeño, genera una considerable cantidad de desechos sólidos diariamente, en promedio recolecta 14.16 toneladas. Los días que recolecta menos son los miércoles y los sábados, siendo el sábado el de menor recolección debido a que este día solo se atiende Ciudad Real.

3. ¿Qué cantidad de basura recolectó la alcaldía en los últimos 5 años?

| Años | Toneladas | Años | Toneladas | Años | Toneladas |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 2007 | 800 | 2009 | 1,200 | 2011 | 4,080 |
| 2008 | 800 | 2010 | 1,500 | | |

Gráfica 3.10



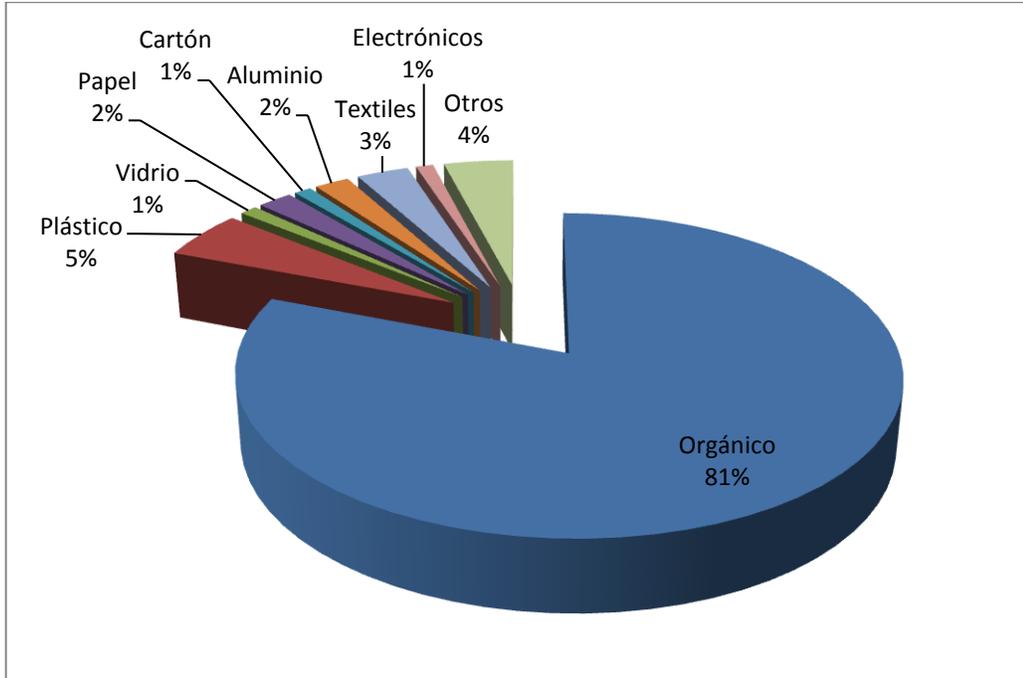
Al observar el gráfico se puede observar que para el año 2011 la generación de desechos sólidos aumenta drásticamente, esto puede atribuirse a que han surgido nuevas residenciales a las cuales el municipio es el responsable de recolectar sus desechos.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

4. ¿Qué tipo de materiales se recolectan y en que porcentajes?

| Material | Material Recolectado | % |
|-----------------|-----------------------------|----------|
| Orgánico | | 81 |
| Plástico | | 5 |
| Vidrio | | 1 |
| Hierro | | 0 |
| Papel | | 2 |
| Cartón | | 1 |
| Cobre | | 0 |
| Aluminio | | 2 |
| Cuero | | 0 |
| Textiles | | 3 |
| Electrónicos | | 1 |
| Otros | | 4 |

Gráfica 3.11



Como en todos los municipios, los desechos orgánicos son los que se presentan en mayores proporciones con un 81% y solo un 19% es materia inorgánica. Los materiales que según el gerente de medio ambiente no genera el municipio o no se encuentra en la basura es el hierro, cobre y cuero los demás materiales se encuentran en pequeños porcentajes. El material inorgánico que se encuentra en mayor proporción son los plásticos con un 5% seguido de otros con un 4%.

5. De qué manera está organizada la recolección de basura en su municipio.

La recolección de basura está organizada por rutas.

6. Especifique que lugares comprende la respuesta anterior.

Ruta 1: Casco urbano, los amates.

Ruta 2: San Luis, Santa Rosa, Santa Bárbara.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Ruta 3: Ciudad Real

7. ¿Dónde lleva la alcaldía los desechos sólidos para su disposición final?

Los desechos generados se disponen hasta San Diego, la Libertad.

8. ¿Tiene algún(os) lugar(es) de proceso intermedio (acopio, transferencia o almacenamiento temporal) donde previamente se deposite la basura antes de llevarla a su disposición final?

No se poseen procesos intermedios ya que la basura que recolectan los camiones es trasladada directamente hacia el relleno sanitario.

10. Costos realizados por parte de la alcaldía diariamente para: recolección, transporte y disposición final.

| Actividad | Costo (\$) |
|-------------------------|-------------------|
| Recolección, transporte | 4,320 |
| Disposición final | 110,880 |
| Total | 115,200 |

Los costos que incurre la alcaldía de San Sebastián Salitrillo por mantener fuera de la ciudad los desechos sólidos que genera son cuantiosos, en total solo para la recolección, transporte y disposición final son \$115,200. Esto es una buena suma de dinero que podría invertirse en obras para la población, si estas actividades pudieran ser financiadas por las ganancias que pudiera generar una planta de separación de desechos sólidos.

3.2.3 SISTEMA DE RECOLECCIÓN, CANTIDAD Y TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DEL CONGO.

El municipio de El Congo tiene una extensión territorial de 91.43 Km². Está conformado por 8 cantones, 35 caseríos, 5 barrios, 26 colonias y 1 asentamiento.

El sistema de recolección de los desechos sólidos del municipio de El Congo, consta de 3 rutas de recolección en las cuales se recoge y transportan los desechos generados por el municipio, para ello la alcaldía cuenta con 15 empleados que pertenecen al departamento de aseo público distribuidos de la siguiente forma: 3 motoristas, 7 peones y 5 barrenderos estos últimos se encargan de la limpieza de calles, avenidas y parques. Los desechos que son recolectados por los barrenderos son depositados en un lugar específico en donde los recogen los camiones recolectores de la basura. El equipo recolector cuenta con 2 camiones compactadores y 1 camión de baranda; además se cuenta con 10 carretones⁴⁶.

El servicio de aseo tiene una cobertura del 64%, con una frecuencia de recolección de 6 días a la semana, resultando un promedio de 24 toneladas diarias recolectadas, esta producción incluye desechos recolectados de viviendas, comercio, mercado, industria y áreas comunes.

Resultados de la entrevista al Gerentes de Medio Ambiente.

Por medio de una entrevista elaborada para el gerente de Medio Ambiente se conoció sobre las cantidades y tipo de basura recolectada por la alcaldía. A continuación se muestran los resultados de dicha encuesta. (Anexo 3.1)

⁴⁶ Segundo censo nacional de desechos sólidos municipales. Informe final, Departamento de Santa Ana. MARN.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

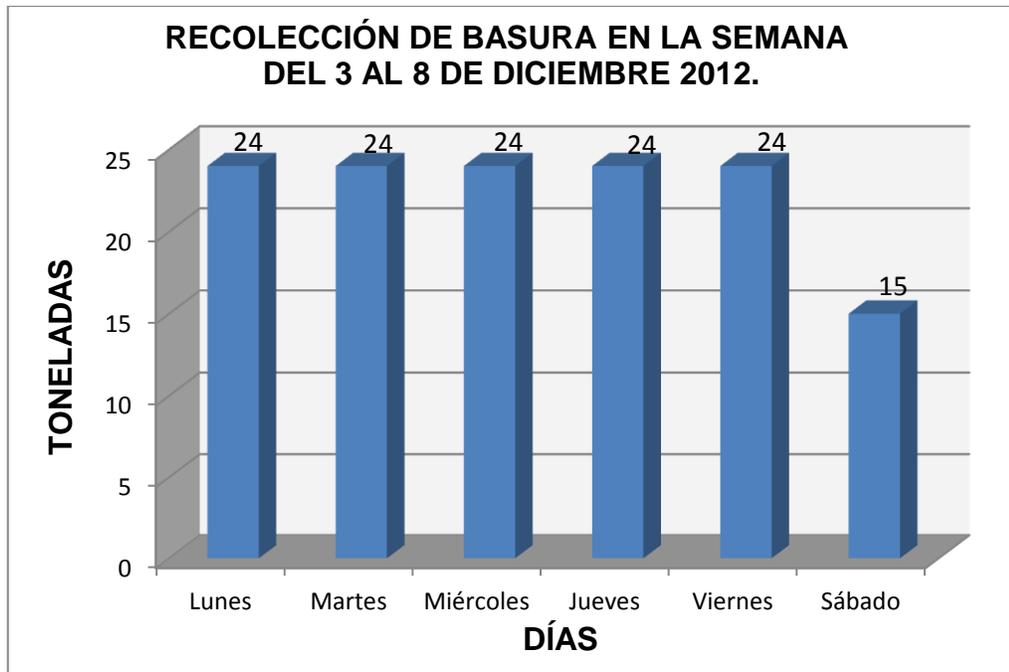
1. ¿Qué cantidad de basura se recolecta en promedio por día?

La basura año con año ha aumentado, de 5.16 toneladas/día en el año 2005 se pasó en el 2012 a 24 toneladas/día.

2. ¿Cuál es la generación de basura que tuvo el municipio en la semana del 3 al 8 de diciembre?

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 15 | 0 |

Gráfica 3.12

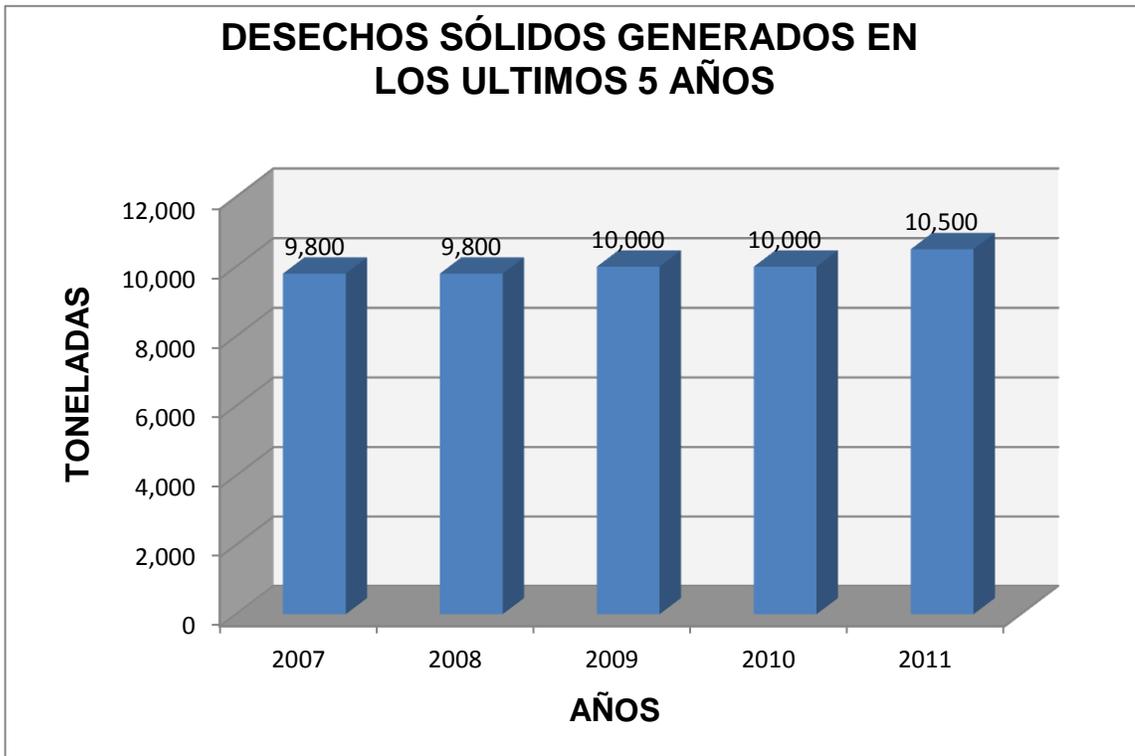


En este municipio se puede observar que la recolección de las toneladas, es la misma todos los días, a excepción del día sábado en el cual el tonelaje baja considerablemente.

3. ¿Qué cantidad de basura recolectó la alcaldía en los últimos 5 años?

| Años | Toneladas | Años | Toneladas | Años | Toneladas |
|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|
| 2007 | 9,800 | 2009 | 10,000 | 2011 | 10,500 |
| 2008 | 9,800 | 2010 | 10,000 | | |

Gráfica 3.13



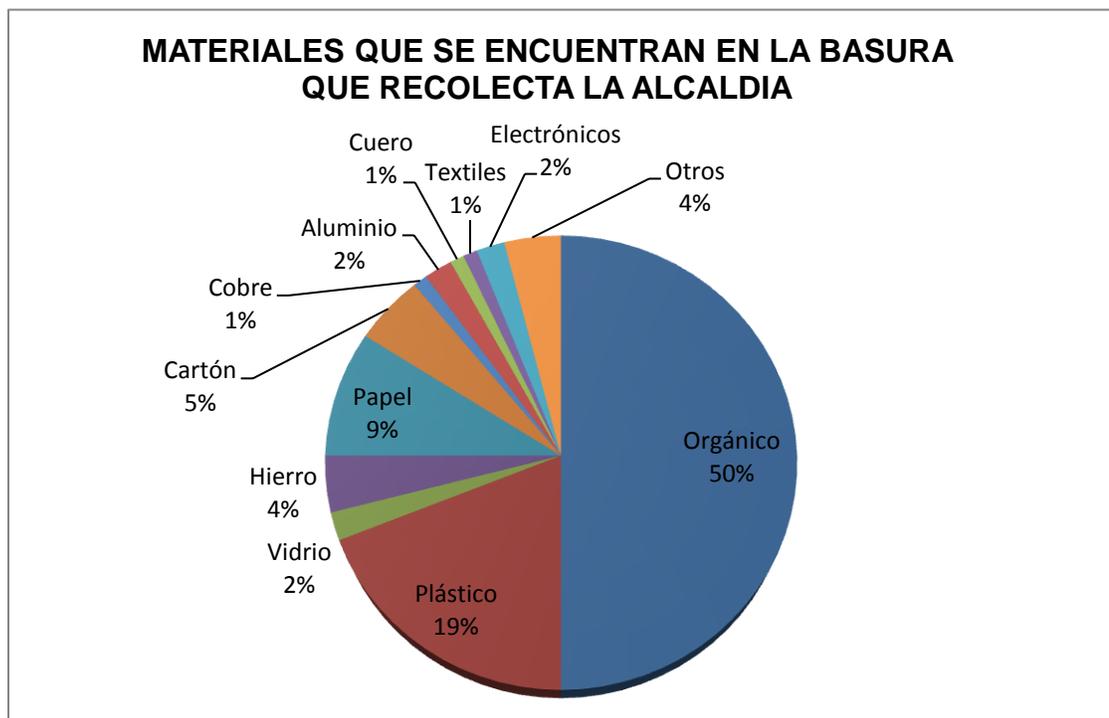
La tendencia de la generación de la basura cada dos años es en aumento por varios factores. Uno de estos factores es el aumento de la población y el aumento del consumismo por parte de los ciudadanos de los municipios.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

4. ¿Marque con una x los tipos de materiales que se recolectan y en que porcentajes?

| Material | Material Recolectado | % |
|--------------|----------------------|----|
| Orgánico | x | 50 |
| Plástico | x | 19 |
| Vidrio | x | 2 |
| Hierro | x | 4 |
| Papel | x | 9 |
| Cartón | x | 5 |
| Cobre | x | 1 |
| Aluminio | x | 2 |
| Cuero | x | 1 |
| Textiles | x | 1 |
| Electrónicos | x | 2 |
| Otros | x | 4 |

Gráfica 3.14



Dentro de los tipos de material inorgánico que se recolecta en el municipio de El Congo, el que más se genera es el plástico con un 19% de la producción total de basura, seguido por el papel y cartón, con un 9%, 5% respectivamente. En cuanto al aluminio, vidrio y los materiales electrónicos generan cada uno el 2% del total de la basura, el cuero, textiles y cobre 1% cada uno.

5. De qué manera está organizada la recolección de basura en su municipio.

La municipalidad tiene organizada la recolección de la basura por rutas.

6. Especifique que lugares comprende la respuesta anterior.

La ruta 1: Barrio la cruz, Barrio San Antonio y Barrio San Francisco.

La ruta 2: Barrió el centro y Barrió el tránsito.

La ruta 3: Cantón la laguna.

7. ¿Dónde lleva la alcaldía los desechos sólidos para su disposición final?

Al relleno sanitario de Nejapa (MIDES).

La ubicación de este relleno sanitario en el cual la alcaldía de El Congo deposita sus desechos, hace que se esté gastando más recursos financieros y es por ello que un relleno en Santa Ana le es de mucho beneficio económico, pero este beneficio podría ser mucho mayor con la separación de los materiales inorgánicos y su posterior comercialización.

8. ¿Tiene algún(os) lugar(es) de proceso intermedio (acopio, transferencia o almacenamiento temporal) donde previamente se deposite la basura antes de llevarla a su disposición final?

No se poseen procesos intermedios ya que la basura que recolectan los camiones es trasladada directamente hacia el relleno sanitario.

10. Costos realizados por parte de la alcaldía anualmente para: recolección, transporte y disposición final.

| Actividad | Costo (\$) |
|--------------------------|-------------------|
| Recolección y transporte | 59,148 |
| Disposición final | 177,707.52 |
| Total | 236,855.52 |

Los costos que incurre la alcaldía de El Congo por mantener fuera de la ciudad los desechos sólidos que genera son cuantiosos, en total solo para la recolección, transporte y disposición final son \$236,855.52. Esto es una buena suma de dinero que podría invertirse en obras para la población, si estas actividades pudieran ser financiadas por las ganancias que pudiera generar una planta de separación de desechos sólidos.

3.2.4 SISTEMA DE RECOLECCIÓN, CANTIDAD Y TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHALCHUAPA.

El municipio de Chalchuapa tiene una extensión territorial de 165.7 Km². Está conformado por 20 cantones, 4 caseríos, 160 barrios y 2 colonias.

El sistema de recolección de los desechos sólidos del municipio de Chalchuapa, consta de 4 zonas de recolección en las cuales se recoge y transportan los desechos generados por el municipio, para ello la alcaldía cuenta con 20 empleados que pertenecen al departamento de aseo público distribuidos de la siguiente forma: 4 motoristas, 12 peones y 18 barrenderos estos últimos se encargan de la limpia de calles, avenidas y parques. Los desechos que son recolectados por los barrenderos son depositados en un lugar específico en

donde son recogidos por los camiones recolectores de la basura. El equipo recolector cuenta con 4 camiones y 18 carretones⁴⁷.

El servicio de aseo tiene una cobertura del 78%, con una frecuencia de recolección de 6 días a la semana, resultando un promedio de 25.7188 toneladas diarias recolectadas, esta producción incluye desechos recolectados de viviendas, comercio, mercado, industria y áreas comunes.

Resultados de la entrevista al gerente de medio Ambiente.

Por medio de una entrevista elaborada para el gerente de Medio Ambiente se conoció sobre las cantidades y tipo de basura recolectada por la alcaldía. A continuación se muestran los resultados de dicha encuesta. (Anexo 3.1)

1. ¿Qué cantidad de basura se recolecta en promedio por día?

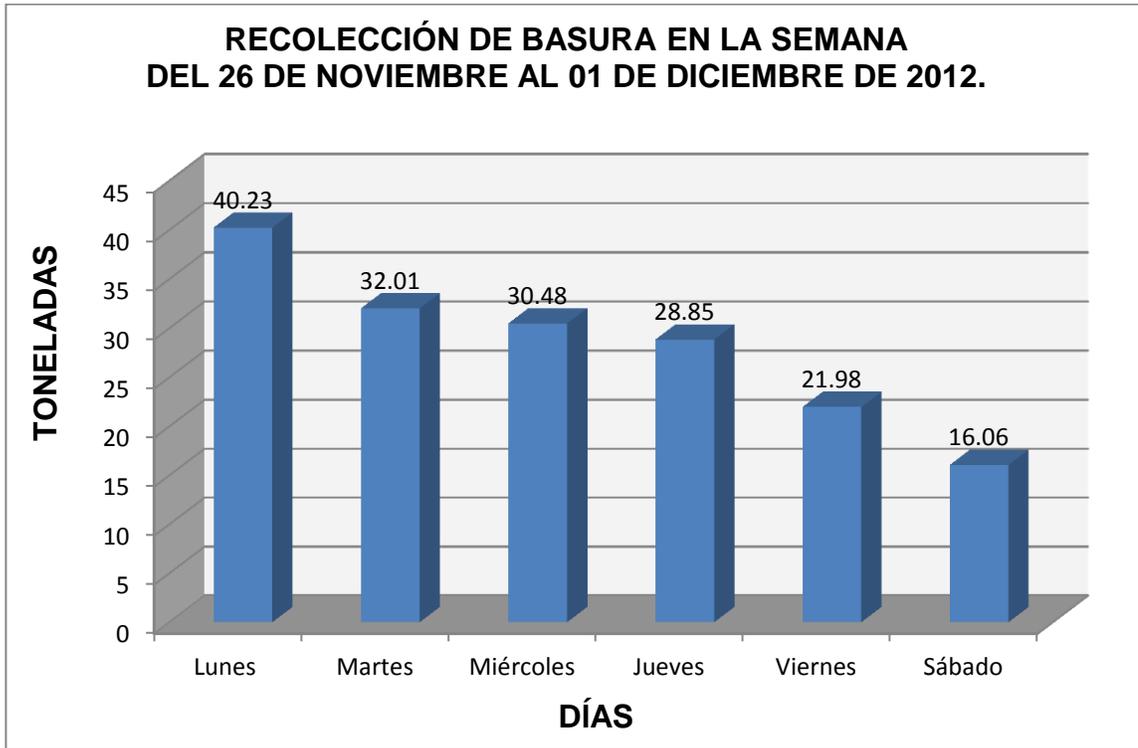
El promedio de recolección de basura en el municipio es de 25.72 Ton/día

2. ¿Cuál es la generación de basura que tuvo el municipio la semana del 26 de noviembre al 01 de diciembre de 2012?

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|--------------|---------------|------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 40.23 | 32.01 | 30.48 | 28.85 | 21.98 | 16.06 | |

⁴⁷ Segundo censo nacional de desechos sólidos municipales, informe final, Departamento de Santa Ana. MARN.

Gráfica 3.15

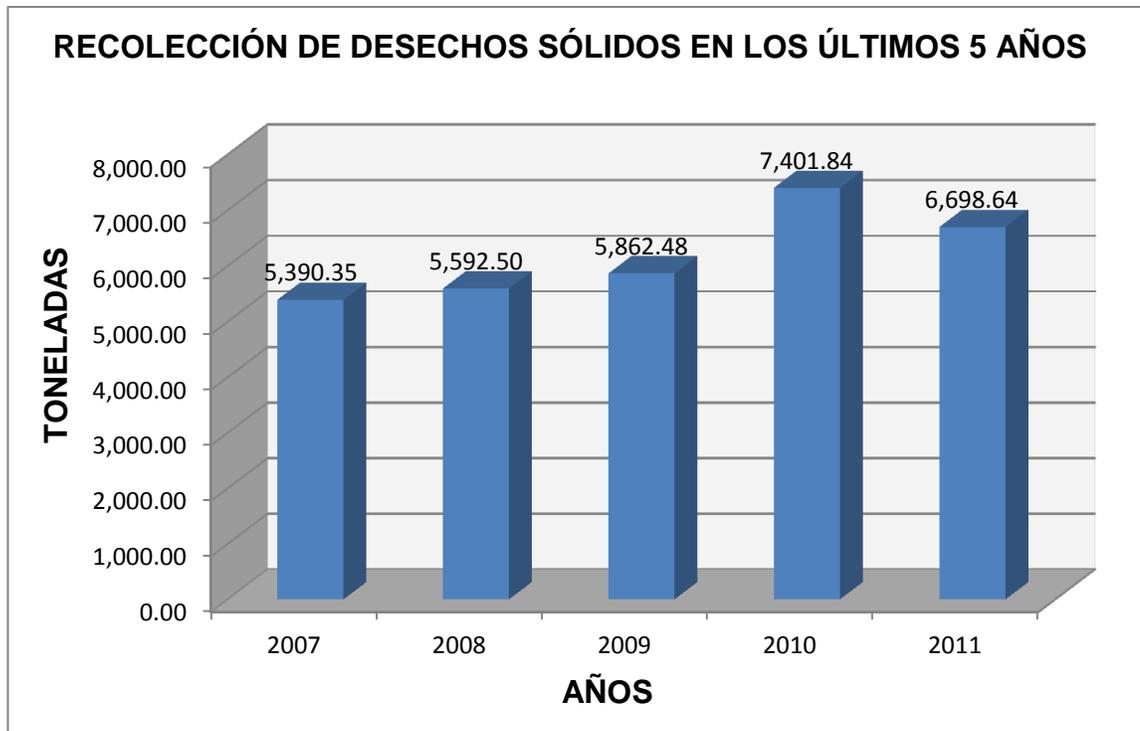


Los días lunes se recolecta la mayor cantidad de desechos sólidos, debido a que se acumula más basura por el periodo de recolección que se vuelve más largo ya que se incluye la basura que se genera el día domingo.

3. ¿Qué cantidad de basura recolectó la alcaldía en los últimos 5 años?

| Años | Toneladas | Años | Toneladas | Años | Toneladas |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 2007 | 5,390.35 | 2009 | 5,862.48 | 2011 | 6,698.64 |
| 2008 | 5,592.50 | 2010 | 7,401.84 | | |

Gráfica 3.16

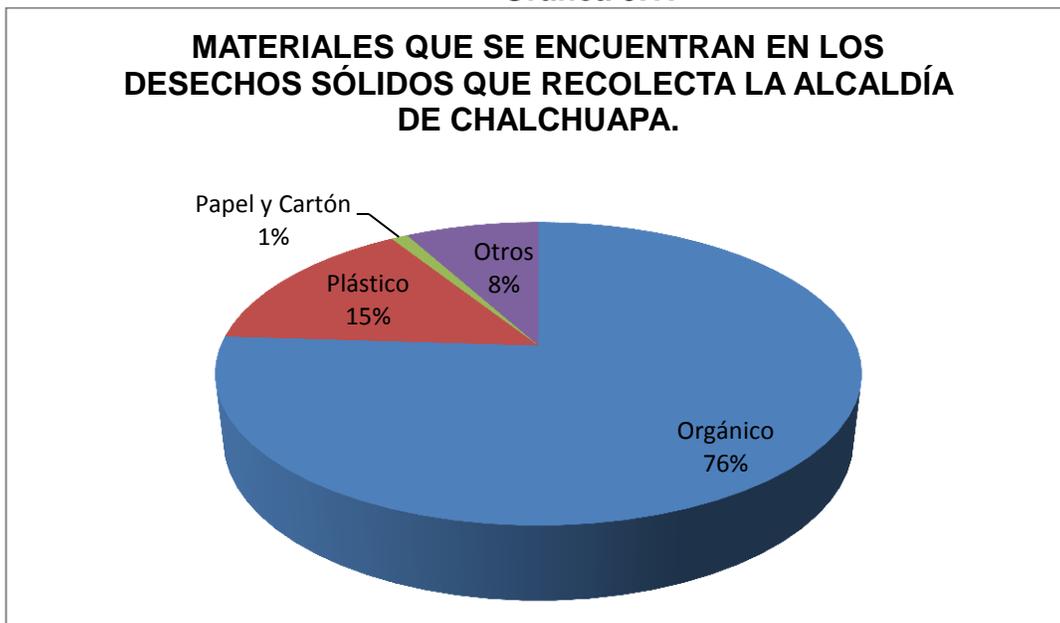


Como se ve en el gráfico 3.4, la generación de los desechos sólidos año con año es en aumento, a excepción del año 2011, el cual muestra una disminución en la generación de desechos sólidos. Esta disminución de los desechos en el 2011, no implica que los siguientes años el comportamiento será a la baja ya que la población va en aumento y esto hace que también aumente la basura.

4. ¿Qué tipo de materiales se recolectan y en que porcentajes?

| Material | Material Recolectado | % |
|----------------|----------------------|----|
| Orgánico | X | 76 |
| Plástico | X | 15 |
| Vidrio | - | 0 |
| Hierro | - | 0 |
| Papel y Cartón | X | 1 |
| Cobre | - | 0 |
| Aluminio | - | 0 |
| Cuero | - | 0 |
| Otros | X | 8 |

Gráfica 3.17



Según el encargado de medio ambiente de la alcaldía de Chalchuapa el 76% de los desechos sólidos son orgánicos los cuales irían dentro del relleno sanitario junto con el 8% de otros, dejando y separando un 15% de plástico que es una cantidad considerable a separar, pero también se tiene un 1% de papel y cartón que serían separados, para su posterior comercialización. Según la persona encuestada, la basura que genera su municipio no contiene vidrio, hierro, cobre, aluminio ni cueros, lo cual se constatará en la caracterización de sus desechos sólidos.

5. De qué manera está organizada la recolección de basura en su municipio.

La municipalidad tiene organizada la recolección de la basura por zonas.

6. Especifique que lugares comprende la respuesta anterior.

Zona 1: Centro norte.

Zona 2: Colonias aledañas 1.

Zona 3: Zona sur.

Zona 4: Colonias aledañas 2.

7. ¿Dónde lleva la alcaldía los desechos sólidos para su disposición final?

“Al relleno sanitario de Nejapa (MIDES).”

La mayoría de las alcaldías como Chalchuapa, llevan sus desechos sólidos a MIDES, siendo este el lugar el más factible para estas alcaldías, pero que con la construcción de un nuevo relleno sanitario en el municipio de Santa Ana y siendo socios de la sociedad formada para administrar dicho relleno, esta cambiaría el lugar para disponer sus desechos, el cual sería el nuevo relleno sanitario. El cual tendría un componente adicional: una planta de separación de los desechos sólidos.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

8. ¿Tiene algún(os) lugar(es) de proceso intermedio (acopio, transferencia o almacenamiento temporal) donde previamente se deposite la basura antes de llevarla a su disposición final?

No se poseen procesos intermedios ya que la basura que recolectan los camiones es trasladada directamente hacia el relleno sanitario.

10. Costos realizados por parte de la alcaldía para:

| Actividad | Costo (\$) |
|--------------------------|-------------------|
| Recolección y transporte | 84,100.30 |
| Disposición final | 180,016.29 |
| Total | 264,116.59 |

Los costos que incurre la alcaldía de Chalchuapa por mantener fuera de la ciudad los desechos sólidos que genera son cuantiosos, en total solo para la recolección, transporte y disposición final son \$264,116.59. Esto es una buena suma de dinero que podría invertirse en obras para la población, si estas actividades pudieran ser financiadas por las ganancias que pudiera generar una planta de separación de desechos sólidos.

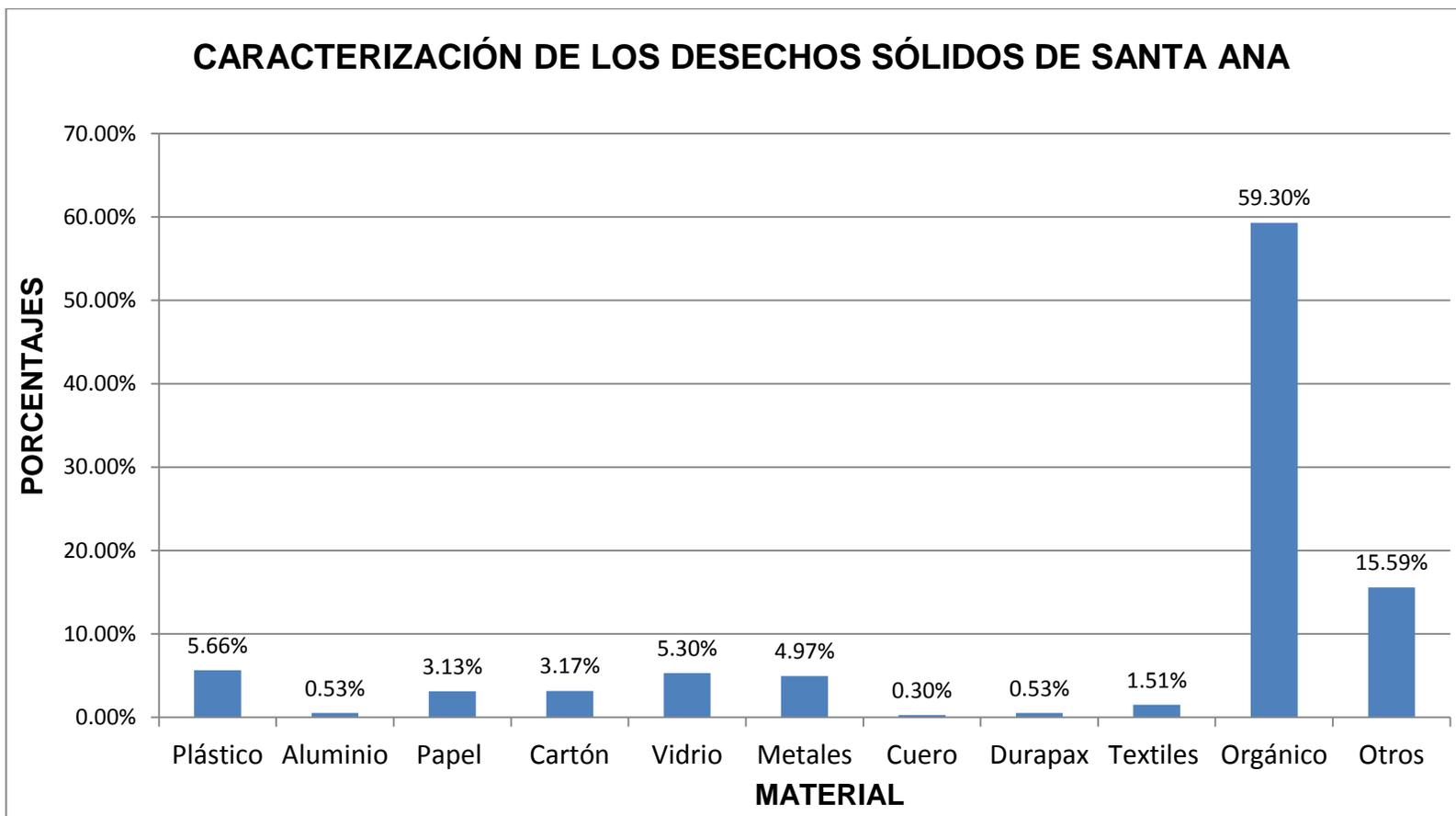
Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Tabla 3.1 Tabulación de caracterización de los desechos sólidos de Santa Ana.

| MATERIAL | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | PROMEDIO | |
|----------|---|------------|---|------------|---|------------|------------|------------|
| | Fecha: Lunes 19 de noviembre de 2012 | | Fecha: Miércoles 21 de noviembre de 2012 | | Fecha: Viernes 23 de noviembre de 2012 | | | |
| | Hora: 7:30 a.m. a 2:00 p.m. | | Hora: 7:30 a.m. a 1:00 p.m. | | Hora: 7:30 a.m. a 1:00 p.m. | | | |
| | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados | | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados | | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados | | | |
| | Peso de la muestra: 131,221.284 grs | | Peso de la muestra: 151,020.634 grs | | Peso de la muestra: 125,257.423 grs | | | |
| | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje |
| Plástico | 9978.848 | 7.60% | 6652.565 | 4.41% | 6452.988 | 5.15% | 7694.801 | 5.66% |
| Aluminio | 793.772 | 0.60% | 566.980 | 0.38% | 801.710 | 0.64% | 720.821 | 0.53% |
| Papel | 5329.612 | 4.06% | 3806.866 | 2.52% | 3616.522 | 2.89% | 4251.000 | 3.13% |
| Cartón | 6009.988 | 4.58% | 3004.994 | 1.99% | 3906.492 | 3.12% | 4307.158 | 3.17% |
| Vidrio | 5783.196 | 4.41% | 7710.928 | 5.11% | 8096.474 | 6.46% | 7196.866 | 5.30% |
| Metales | 1927.732 | 1.47% | 9638.660 | 6.38% | 8674.794 | 6.93% | 6747.062 | 4.97% |
| Cuero | 680.376 | 0.52% | 0.000 | 0.00% | 544.301 | 0.43% | 408.226 | 0.30% |
| Durapax | 1020.564 | 0.78% | 453.584 | 0.30% | 680.376 | 0.54% | 718.175 | 0.53% |
| Textiles | 907.168 | 0.69% | 2721.504 | 1.80% | 2530.999 | 2.02% | 2053.224 | 1.51% |
| Orgánico | 77955.214 | 59.41% | 93546.257 | 61.94% | 70159.693 | 56.01% | 80553.721 | 59.30% |
| Otros | 20834.814 | 15.88% | 22918.295 | 15.18% | 19793.073 | 15.80% | 21182.061 | 15.59% |
| TOTAL | 131221.284 | 100.00% | 151020.634 | 100.00% | 125257.423 | 100.00% | 135833.113 | 100.00% |

Gráfica 3.18

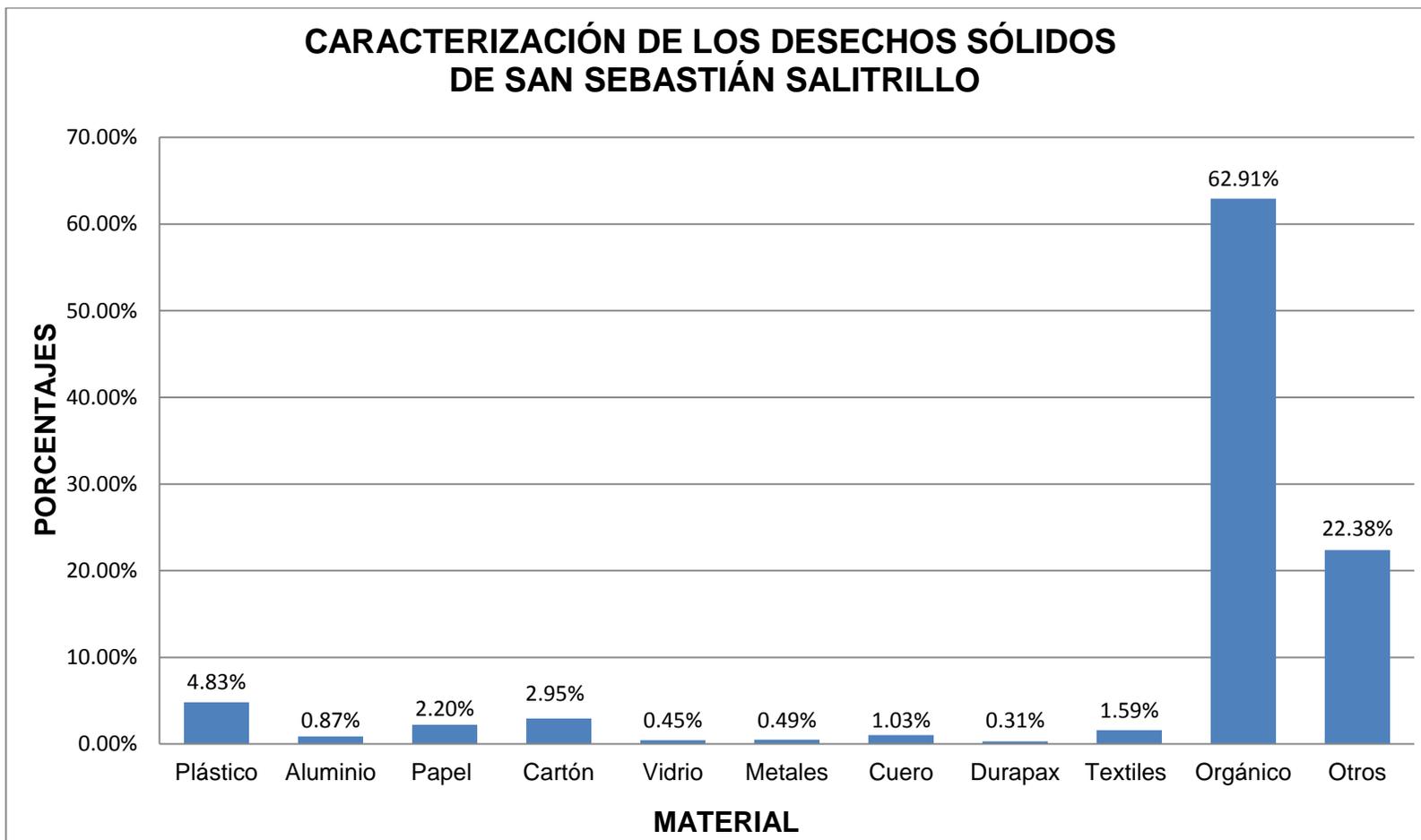


Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 3.2 Tabulación de caracterización de los desechos sólidos de San Sebastián Salitrillo.

| MATERIAL | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | PROMEDIO | |
|----------|---------------------------------------|------------|---------------------------------------|------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|
| | Fecha: Martes 27 de noviembre de 2012 | | Fecha: Jueves 29 de noviembre de 2012 | | Fecha: Sábado 01 de diciembre de 2012 | | | |
| | Hora: 8:30 a.m. a 11:30 p.m. | | Hora: 8:30 a.m. a 11:30 p.m. | | Hora: 8:30 a.m. a 11:30 p.m. | | | |
| | Fuente: Viviendas, barrido de calles. | | Fuente: Viviendas, barrido de calles. | | Fuente: Viviendas, barrido de calles. | | | |
| | Peso de la muestra: 46,401.643 grs | | Peso de la muestra: 26,611.773 grs | | Peso de la muestra: 39,639.069 grs | | | |
| | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje |
| Plástico | 2834.900 | 6.11% | 1133.960 | 4.26% | 1474.148 | 3.72% | 1814.336 | 4.83% |
| Aluminio | 340.188 | 0.73% | 226.792 | 0.85% | 408.226 | 1.03% | 325.069 | 0.87% |
| Papel | 1219.234 | 2.63% | 226.792 | 0.85% | 1036.349 | 2.61% | 827.458 | 2.20% |
| Cartón | 1247.356 | 2.69% | 453.584 | 1.70% | 1621.563 | 4.09% | 1107.501 | 2.95% |
| Vidrio | 170.094 | 0.37% | 167.826 | 0.63% | 168.960 | 0.43% | 168.960 | 0.45% |
| Metales | 141.518 | 0.30% | 226.792 | 0.85% | 184.155 | 0.46% | 184.155 | 0.49% |
| Cuero | 680.376 | 1.47% | 0.000 | 0.00% | 476.263 | 1.20% | 385.546 | 1.03% |
| Durapax | 113.396 | 0.24% | 113.396 | 0.43% | 124.736 | 0.31% | 117.176 | 0.31% |
| Textiles | 1077.262 | 2.32% | 113.396 | 0.43% | 595.329 | 1.50% | 595.329 | 1.59% |
| Orgánico | 28575.792 | 61.58% | 17145.475 | 64.43% | 25146.697 | 63.44% | 23622.655 | 62.91% |
| Otros | 10001.527 | 21.55% | 6803.760 | 25.57% | 8402.644 | 21.20% | 8402.644 | 22.38% |
| TOTAL | 46401.643 | 100.00% | 26611.773 | 100.00% | 39639.069 | 100.00% | 37550.828 | 100.00% |

Gráfica 3.19

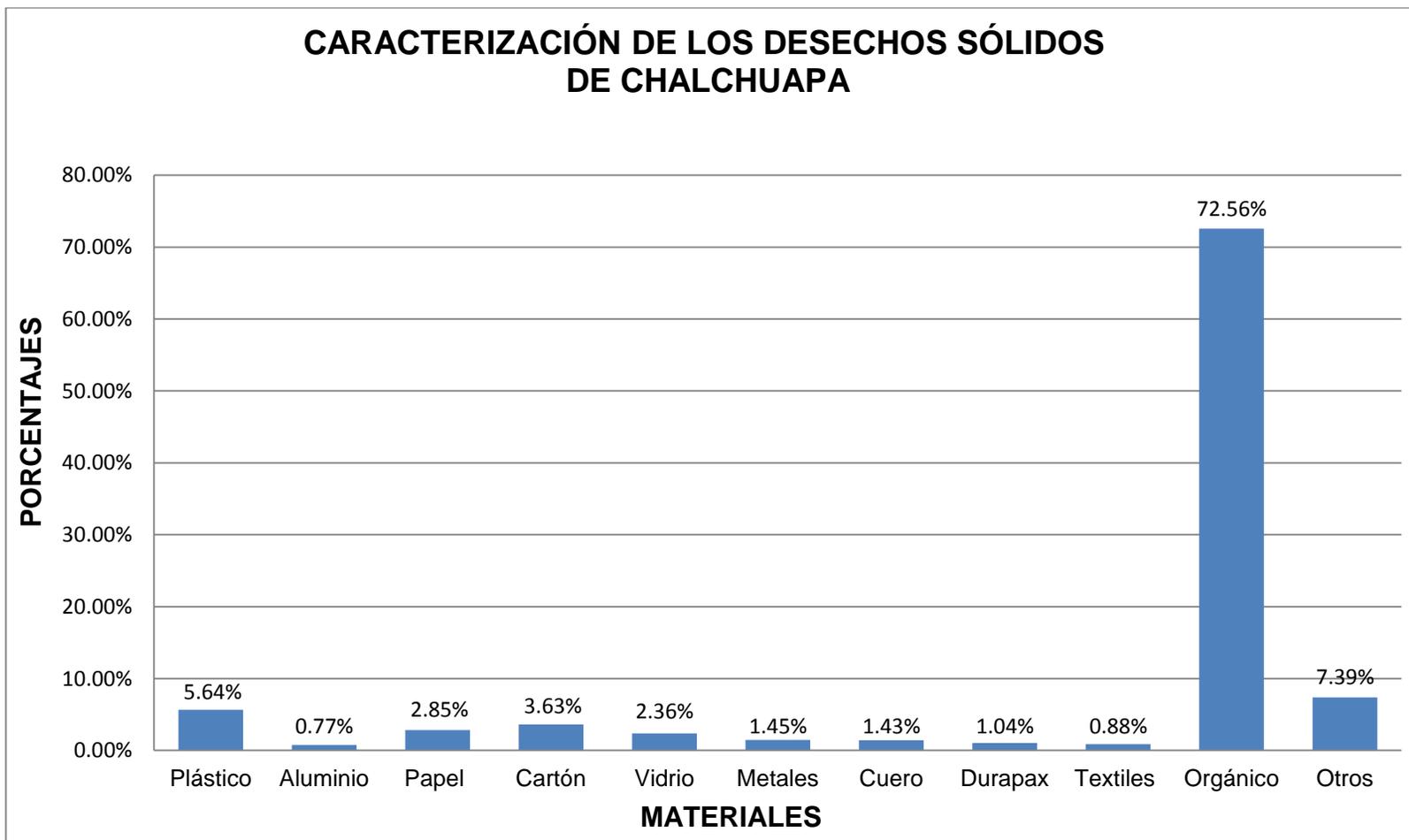


Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 3.3 Tabulación de caracterización de los desechos sólidos de Chalchuapa.

| MATERIAL | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | PROMEDIO | |
|----------|--|------------|--|------------|--|------------|------------|------------|
| | Fecha: Martes 04 de diciembre de 2012 | | Fecha: Jueves 06 de diciembre de 2012 | | Fecha: Sábado 08 de diciembre de 2012 | | | |
| | Hora: 8:30 a.m. a 11:30 p.m. | | Hora: 8:30 a.m. a 11:30 p.m. | | Hora: 8:30 a.m. a 11:30 p.m. | | | |
| | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados. | | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados. | | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados. | | | |
| | Peso de la muestra: 42,522.593 grs | | Peso de la muestra: 39,717.176 grs | | Peso de la muestra: 56,925.246 grs | | | |
| | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje |
| Plástico | 3487.154 | 8.20% | 3004.994 | 7.57% | 1360.752 | 2.39% | 2617.633 | 5.64% |
| Aluminio | 340.188 | 0.80% | 283.490 | 0.71% | 453.584 | 0.80% | 359.087 | 0.77% |
| Papel | 680.376 | 1.60% | 1871.034 | 4.71% | 1417.450 | 2.49% | 1322.953 | 2.85% |
| Cartón | 1814.336 | 4.27% | 1644.242 | 4.14% | 1587.544 | 2.79% | 1682.041 | 3.63% |
| Vidrio | 226.792 | 0.53% | 2721.504 | 6.85% | 340.188 | 0.60% | 1096.161 | 2.36% |
| Metales | 907.168 | 2.13% | 850.470 | 2.14% | 255.368 | 0.45% | 671.002 | 1.45% |
| Cuero | 1814.336 | 4.27% | 170.094 | 0.43% | 0.000 | 0.00% | 661.477 | 1.43% |
| Durapax | 254.007 | 0.60% | 680.376 | 1.71% | 510.282 | 0.90% | 481.555 | 1.04% |
| Textiles | 680.376 | 1.60% | 453.584 | 1.14% | 85.274 | 0.15% | 406.411 | 0.88% |
| Orgánico | 23387.925 | 55.00% | 27527.106 | 69.31% | 50064.334 | 87.95% | 33659.788 | 72.56% |
| Otros | 8929.935 | 21.00% | 510.282 | 1.28% | 850.470 | 1.49% | 3430.229 | 7.39% |
| TOTAL | 42522.593 | 100.00% | 39717.176 | 100.00% | 56925.246 | 100.00% | 46388.338 | 100.00% |

Gráfica 3.20

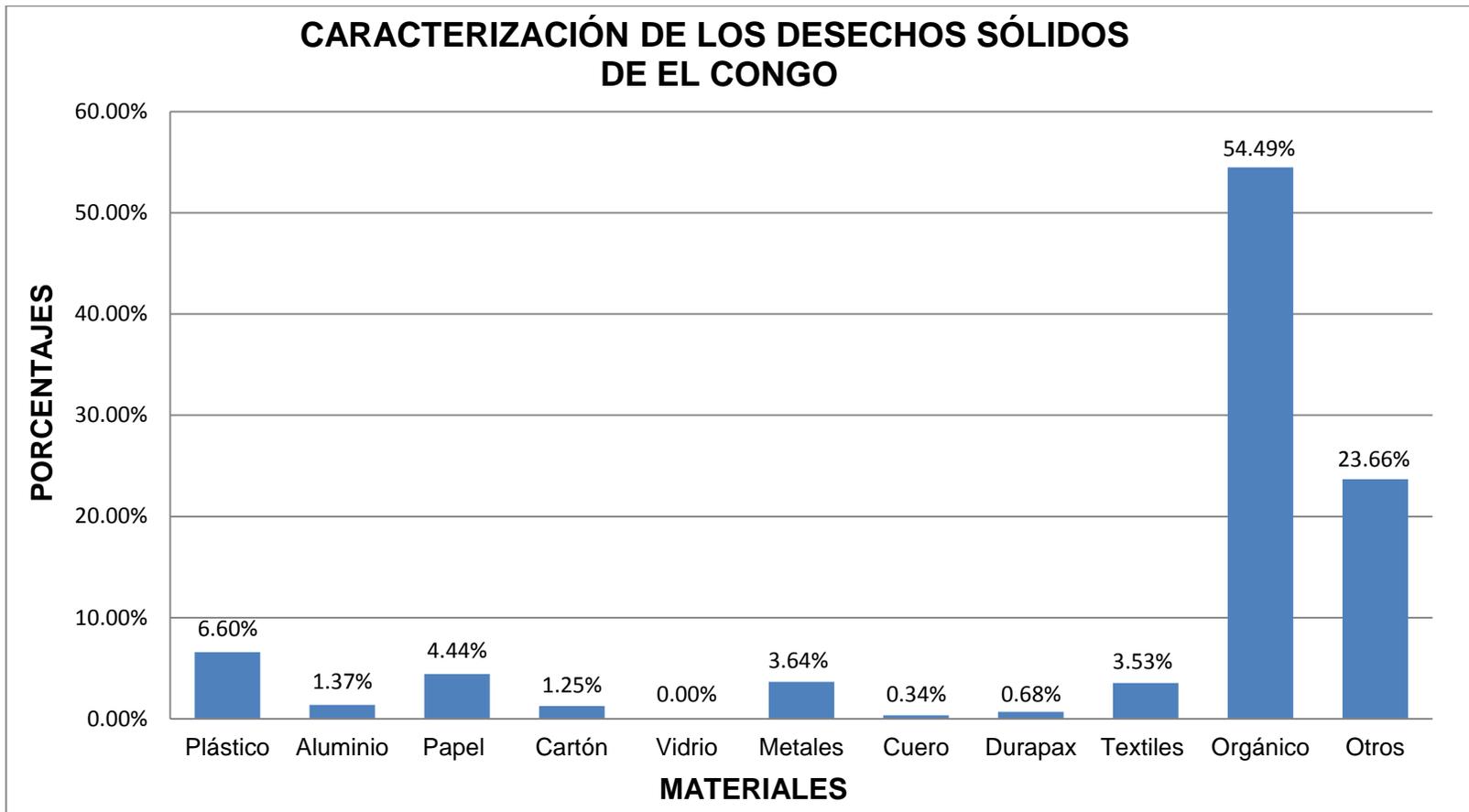


Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 3.4 Tabulación de caracterización de los desechos sólidos de El Congo.

| MATERIAL | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | PROMEDIO | |
|----------|--|------------|--|------------|--|------------|------------|------------|
| | Fecha: Lunes 10 de diciembre de 2012 | | Fecha: Miércoles 12 de diciembre de 2012 | | Fecha: Viernes 14 de diciembre de 2012 | | | |
| | Hora: 9:00 a.m. a 12:00 p.m. | | Hora: 9:00 a.m. a 12:00 p.m. | | Hora: 9:00 a.m. a 12:00 p.m. | | | |
| | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados. | | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados. | | Fuente: Viviendas, barrido de calles y mercados. | | | |
| | Peso de la muestra: 6,151.506 grs | | Peso de la muestra: 10,517.706 grs | | Peso de la muestra: 8,249.559 grs | | | |
| | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje |
| Plástico | 680.376 | 11.06% | 453.584 | 4.31% | 510.282 | 6.19% | 548.081 | 6.60% |
| Aluminio | 113.396 | 1.84% | 113.396 | 1.08% | 113.396 | 1.37% | 113.396 | 1.37% |
| Papel | 453.584 | 7.37% | 283.490 | 2.70% | 368.310 | 4.46% | 368.461 | 4.44% |
| Cartón | 113.396 | 1.84% | 85.274 | 0.81% | 113.396 | 1.37% | 104.022 | 1.25% |
| Vidrio | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% | 0.000 | 0.00% |
| Metales | 56.698 | 0.92% | 538.858 | 5.12% | 312.066 | 3.78% | 302.541 | 3.64% |
| Cuero | 56.698 | 0.92% | 0.000 | 0.00% | 28.349 | 0.34% | 28.349 | 0.34% |
| Durapax | 56.698 | 0.92% | 56.698 | 0.54% | 56.698 | 0.69% | 56.698 | 0.68% |
| Textiles | 368.310 | 5.99% | 226.792 | 2.16% | 283.490 | 3.44% | 292.864 | 3.53% |
| Orgánico | 2948.296 | 47.93% | 6123.384 | 58.22% | 4507.718 | 54.64% | 4526.466 | 54.49% |
| Otros | 1304.054 | 21.20% | 2636.230 | 25.06% | 1955.854 | 23.71% | 1965.379 | 23.66% |
| TOTAL | 6151.506 | 100.00% | 10517.706 | 100.00% | 8249.559 | 100.00% | 8306.257 | 100.00% |

Gráfica 3.21



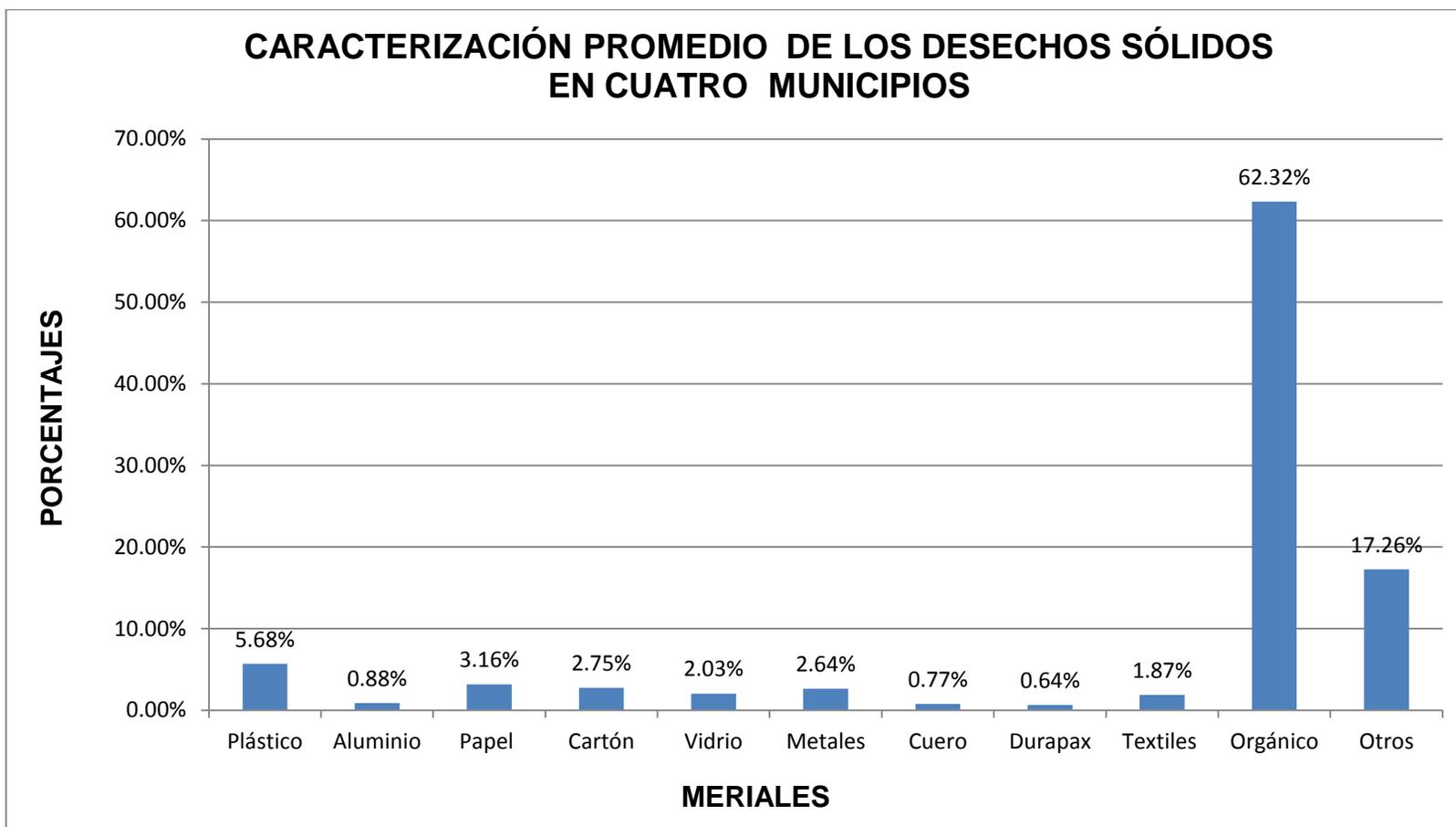
Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

3.4 CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LOS CUATRO MUNICIPIOS.

Tabla 3.5 Caracterización general en los cuatro municipios.

| Metales | Santa Ana | | San Sebastián Salitrillo | | Chalchuapa | | El Congo | | Promedio | |
|----------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje |
| Plástico | 7694.801 | 5.66% | 1814.336 | 4.83% | 2617.633 | 5.64% | 548.081 | 6.60% | 3168.713 | 5.68% |
| Aluminio | 720.821 | 0.53% | 325.069 | 0.87% | 359.087 | 0.77% | 113.396 | 1.37% | 379.593 | 0.88% |
| Papel | 4251.000 | 3.13% | 827.458 | 2.20% | 1322.953 | 2.85% | 368.461 | 4.44% | 1692.468 | 3.16% |
| Cartón | 4307.158 | 3.17% | 1107.501 | 2.95% | 1682.041 | 3.63% | 104.022 | 1.25% | 1800.180 | 2.75% |
| Vidrio | 7196.866 | 5.30% | 168.960 | 0.45% | 1096.161 | 2.36% | 0.000 | 0.00% | 2115.497 | 2.03% |
| Metales | 6747.062 | 4.97% | 184.155 | 0.49% | 671.002 | 1.45% | 302.541 | 3.64% | 1976.190 | 2.64% |
| Cuero | 408.226 | 0.30% | 385.546 | 1.03% | 661.477 | 1.43% | 28.349 | 0.34% | 370.899 | 0.77% |
| Durapax | 718.175 | 0.53% | 117.176 | 0.31% | 481.555 | 1.04% | 56.698 | 0.68% | 343.401 | 0.64% |
| Textiles | 2053.224 | 1.51% | 595.329 | 1.59% | 406.411 | 0.88% | 292.864 | 3.53% | 836.957 | 1.87% |
| Orgánico | 80553.721 | 59.30% | 23622.655 | 62.91% | 33659.788 | 72.56% | 4526.466 | 54.49% | 35590.658 | 62.32% |
| Otros | 21182.061 | 15.59% | 8402.644 | 22.38% | 3430.229 | 7.39% | 1965.379 | 23.66% | 8745.078 | 17.26% |
| TOTAL | 135833.113 | 100.00% | 37550.828 | 100.00% | 46388.338 | 100.00% | 8306.257 | 100.00% | 57019.634 | 100.00% |

Gráfica 3.22



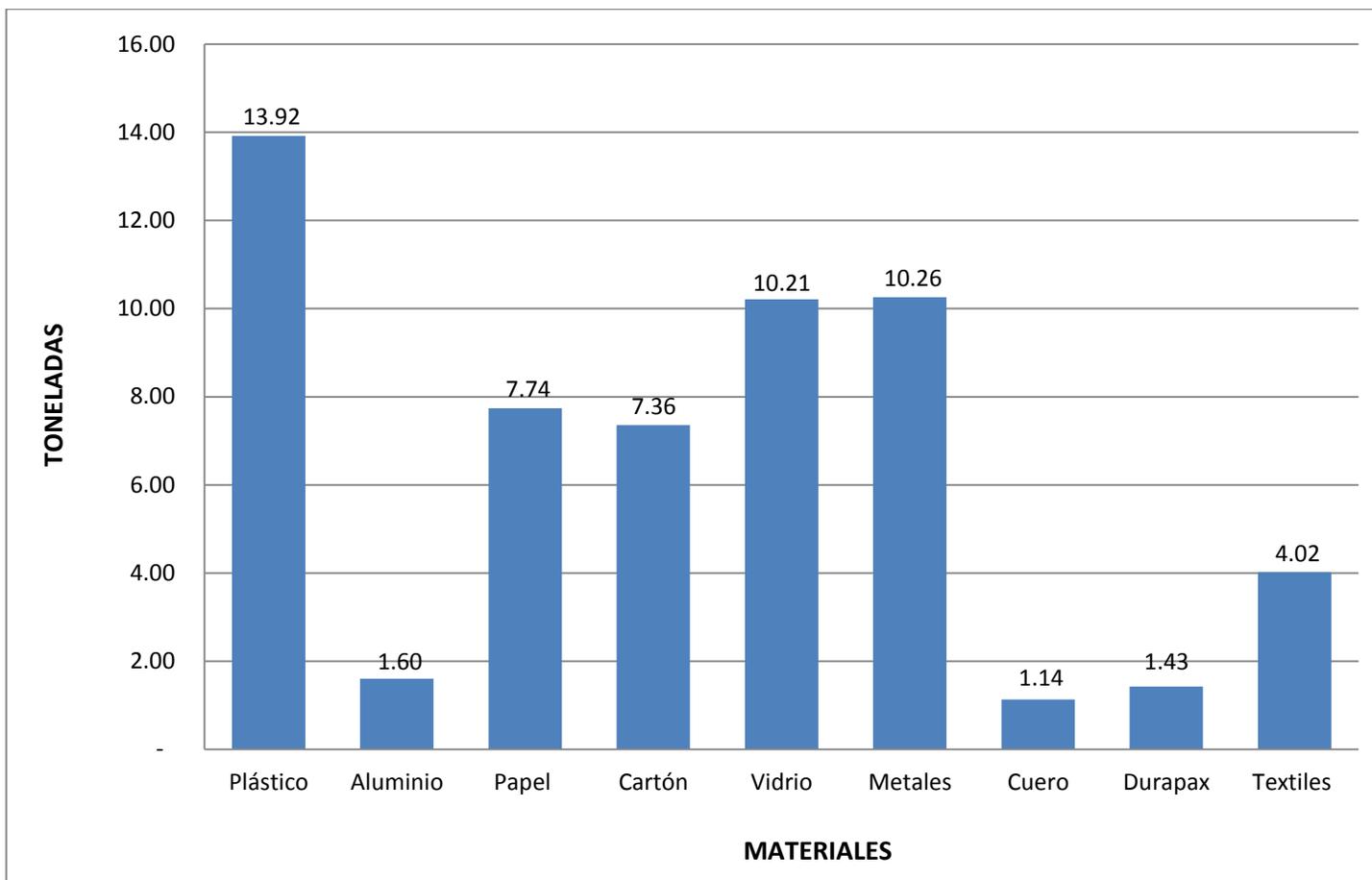
3.5 MATERIALES RECOLECTADOS DIARIAMENTE EN LOS CUATRO MUNICIPIOS EN DONDE SE LLEVÓ A CABO EL DIAGNOSTICO.

Para determinar la cantidad de cada uno de los materiales inorgánicos presentes en los desechos sólidos, se utilizó el porcentaje de cada uno de estos materiales que ya fue encontrado para cada municipio y la generación de desechos sólidos diariamente de cada uno de ellos (anexo 3.4). Los resultados se muestran en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Recolección diaria de desechos inorgánicos en los municipios de Santa Ana, Chalchuapa, San Sebastián Salitrillo y El Congo.

| MATERIAL | CANTIDAD DE MATERIAL RECOLECTADO DIARIAMENTE(lbs) | | | | | |
|--------------|---|--------------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| | Santa Ana | San Sebastián Salitrillo | Chalchuapa | El Congo | Total | Total (Ton) |
| Plástico | 22,483.96 | 1,508.60 | 3,200.24 | 3,491.88 | 30,684.67 | 13.92 |
| Aluminio | 2,106.21 | 270.29 | 439.01 | 722.46 | 3,537.97 | 1.60 |
| Papel | 12,421.29 | 688.02 | 1,617.40 | 2,347.50 | 17,074.21 | 7.74 |
| Cartón | 12,585.38 | 920.87 | 2,056.41 | 662.73 | 16,225.40 | 7.36 |
| Vidrio | 21,029.01 | 140.49 | 1,340.13 | 0.00 | 22,509.63 | 10.21 |
| Metales | 19,714.70 | 153.12 | 820.35 | 1,927.52 | 22,615.68 | 10.26 |
| Cuero | 1,192.82 | 320.58 | 808.70 | 180.61 | 2,502.71 | 1.14 |
| Durapax | 2,098.48 | 97.43 | 588.73 | 361.23 | 3,145.88 | 1.43 |
| Textiles | 5,999.45 | 495.01 | 496.87 | 1,865.87 | 8,857.19 | 4.02 |
| TOTAL | 99,631.31 | 4,594.40 | 11,367.85 | 11,559.80 | 127,153.36 | 57.67 |

Gráfica 3.23 Toneladas diarias de materiales inorgánicos.



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

3.6 MUNICIPIOS POTENCIALES DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ANA QUE DEPOSITARAN LA BASURA EN EL NUEVO RELLENO SANITARIO.

A continuación se muestra la tabla 3.7 con la generación de materiales que desecha el resto de municipios del Departamento de Santa Ana. En el anexo 3.4 se muestra como se llega a la tabla.

Tabla 3.7 Generación de desechos inorgánicos de los municipios restantes del Departamento de Santa Ana.

| Material | CANTIDAD DE MATERIAL RECOLECTADO DIARIAMENTE(LBS) | | | | | | | | | Total (lbs) | Total (ton) |
|--------------|---|-------------|-------------|-----------|-----------|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------|--------------|
| | Candelaria la Frontera | Coatepeque | El Porvenir | Masahuat | Metapán | Texistepeque | Santiago de la Frontera | Santa Rosa Guachipilín | San Antonio Pajonal | | |
| Plástico | 243.164 | 572.815 | 50.137 | 8.774 | 1,089.225 | 185.507 | 145.397 | 57.658 | 106.541 | 2,459.218 | 1.115 |
| Aluminio | 37.811 | 89.070 | 7.796 | 1.364 | 169.369 | 28.845 | 22.609 | 8.965 | 16.567 | 382.396 | 0.173 |
| Papel | 134.972 | 317.950 | 27.829 | 4.870 | 604.592 | 102.968 | 80.705 | 32.004 | 59.137 | 1,365.028 | 0.619 |
| Cartón | 117.622 | 277.078 | 24.252 | 4.244 | 526.872 | 89.732 | 70.330 | 27.890 | 51.535 | 1,189.555 | 0.539 |
| Vidrio | 86.744 | 204.340 | 17.885 | 3.130 | 388.560 | 66.176 | 51.868 | 20.568 | 38.006 | 877.277 | 0.398 |
| Metales | 112.786 | 265.686 | 23.255 | 4.070 | 505.211 | 86.043 | 67.439 | 26.743 | 49.416 | 1,140.648 | 0.517 |
| Cuero | 33.094 | 77.957 | 6.823 | 1.194 | 148.239 | 25.247 | 19.788 | 7.847 | 14.500 | 334.688 | 0.152 |
| Durapax | 27.393 | 64.528 | 5.648 | 0.988 | 122.703 | 20.898 | 16.379 | 6.495 | 12.002 | 277.035 | 0.126 |
| Textiles | 80.195 | 188.913 | 16.535 | 2.894 | 359.225 | 61.180 | 47.952 | 19.015 | 35.137 | 811.046 | 0.368 |
| TOTAL | 873.780 | 2058.337897 | 180.161 | 31.528152 | 3,913.995 | 666.5952053 | 522.467 | 207.1849962 | 382.842 | 8836.8905 | 4.008 |

Gráfica 3.24 Generación de desechos inorgánicos por día.

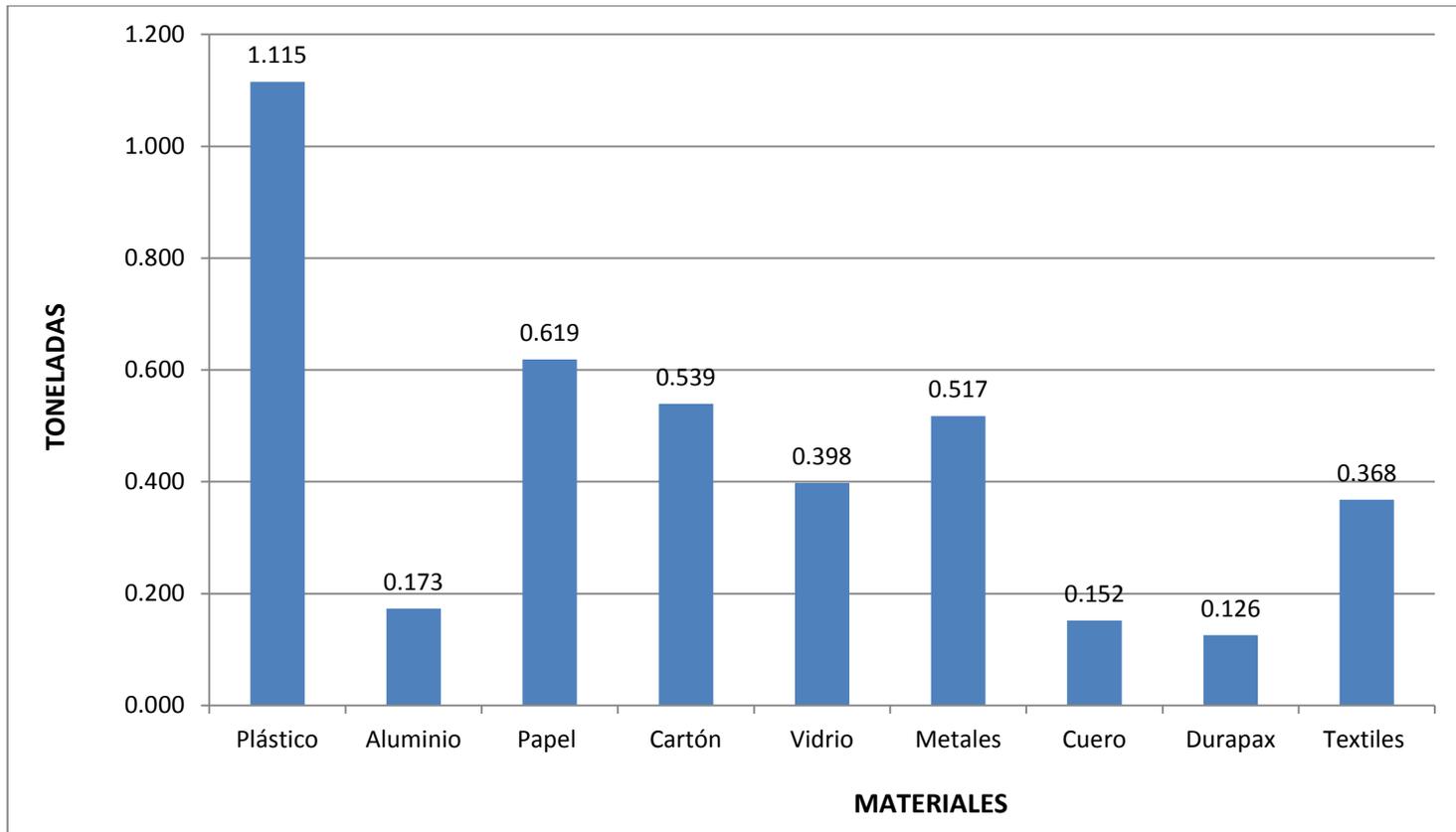
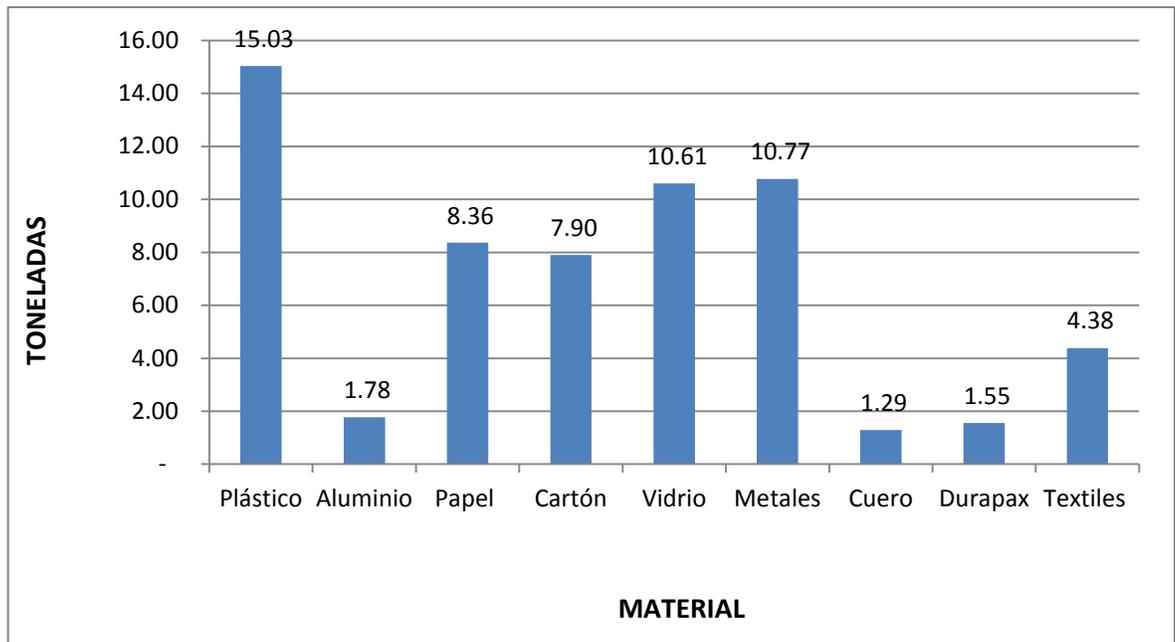


Tabla 3.8 Consolidado de los desechos inorgánicos a separar en todo el departamento de Santa Ana.

| Material | Sub-Total (lbs) | Sub-Total (ton) |
|-----------------|------------------------|------------------------|
| Plástico | 33,143.89 | 15.03 |
| Aluminio | 3,920.37 | 1.78 |
| Papel | 18,439.24 | 8.36 |
| Cartón | 17,414.95 | 7.90 |
| Vidrio | 23,386.91 | 10.61 |
| Metales | 23,756.33 | 10.77 |
| Cuero | 2,837.40 | 1.29 |
| Durapax | 3,422.91 | 1.55 |
| Textiles | 9,668.24 | 4.38 |
| Total | 135,990.25 | 61.67 |

Gráfica 3.25 Cantidad de los distintos materiales en todo el departamento de Santa Ana.



CAPITULO IV

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA ANA.

4.1 INTRODUCCIÓN

La presente etapa contiene el estudio de mercado y la propuesta del proyecto para la separación de los materiales reciclables, contenidos en los DSU.

En el estudio de mercado se muestra la investigación de la definición de los materiales a separar y el precio de estos en el mercado nacional. A través de información primaria se proyecta las toneladas de basura que se generaran cada año hasta el 2021. Así mismo se analiza la comercialización de dichos materiales separados en el proceso.

A través del estudio técnico se ha formulado las necesidades básicas para la operatividad de la planta, incluyendo para ello: la determinación de la capacidad instalada de la planta considerando varios factores para definir el tamaño adecuado; localización óptima de la planta; ingeniería del proyecto, que nos permite conocer aspectos importantes como: componentes del sistema de separación de materiales, esquema o diagrama de flujo del proceso, la maquinaria y equipo adicional necesario, mano de obra requerida, la determinación de la distribución de la planta y representadas por esquemas a escala de las áreas de la planta propuesta.

Se incluye, además, los planos a escala que representan el diseño de la planta propuesta y el flujo de materiales, programas de higiene y seguridad industrial, la organización de la planta y el recurso humano contenido los perfiles para el personal, y por último requerimientos de agua y energía eléctrica.

4.2 ESTUDIO DE MERCADO DE RECICLAJE

El mercado de reciclaje opera como cualquier otro mercado de bienes y servicios, donde existen consumidores y ofertantes. A nivel local e internacional funciona a través de intermediarios (en pequeño o grande) que facilitan los acopios para los recolectores y consumidores.

La tendencia actual del mercado, en cuanto a oferta y demanda se manifiesta de la siguiente manera: es preferible vender en el exterior y no abastecer la demanda local debido a que existen mejores precios en el mercado internacional; y por otro lado, que el consumidor local de reciclables debe de importar lo que el mercado local no es capaz de abastecer en cuanto a calidad y cantidad⁴⁸.

El 80% del mercado opera de manera informal⁴⁹, sector que se ve menos favorecido en cuanto al remate de precios y las condiciones de trabajo en que se encuentran para realizar la recuperación de materiales.

El otro 20% es el sector formal⁵⁰, quienes se encargan de abastecer el mercado local y de exportar.

^{48,2,3} Estudio sobre el mercado potencial del reciclado en el Salvador, presentado por ing. Carlos Eduardo Meléndez Avalos. Enero del 2006.

4.2.1 ACTORES DENTRO DEL MERCADO DE RECICLAJE.

En el mercado se identifican actores que cumplen ciertas funciones dentro del flujo de cada material, después de la observación de campo, se puede identificar al menos, los siguientes:

4.2.1.1 GENERADORES

Es el grupo en el que se inicia la actividad de mercado de reciclaje, aquí se incluyen domicilios, industrias, comercios, instituciones y cualquier otro establecimiento en el que se generen desechos sólidos y estos contengan material con potencial reciclable o reusable.

4.2.1.2 RECOLECTORES/PEPENADORES

Es el grupo de personas o empresas que se dedican a la actividad de recuperación en los puntos de generación y botaderos a cielo abierto sin costo.

Este grupo usualmente identifica las fuentes de generación más atractivas en cuanto a volumen de captación, limpieza de los materiales, accesibilidad y otros.

Para este grupo los lugares con mayor potencial de captación de materiales son: los rellenos sanitarios y los botaderos. Sus materiales son vendidos a intermediarios minoristas o mayoristas.

4.2.1.3 INTERMEDIARIOS MINORISTAS

Es el grupo de personas que se dedica a la compra y venta, captando directamente del recolector o pepenador y en centros de acopio a pequeña escala.

Usualmente la actividad de recuperación es diaria en pequeños volúmenes que son almacenados hasta alcanzar cantidades que vuelvan rentable el flete hasta los intermediarios mayoristas, procesadores, maquiladores, recicladores o compradores de insumos reciclables.

4.2.1.4 INTERMEDIARIOS MAYORISTAS

Es el grupo de personas o empresas que se dedican a la compra y venta. La actividad de recolección está organizada de tal manera que es alimentada directamente de recolector o pepenador, por intermediarios minoristas que acopian a pequeña escala.

Los intermediarios mayoristas, desde el punto de vista jurídico y de acuerdo a las exigencias de sus clientes, operan formalmente, ya que en su mayoría se dedican a la exportación de materiales o colocación en el mercado local, especialmente al sector industria, y para eso se requiere de formar parte del sistema legal del país.

4.2.1.5 PROCESADORES Y MAQUILADORES

Es el grupo de personas o empresas que se dedican al procesamiento o maquila de materiales reciclables. Este sector que prepara los insumos que serán agregados al proceso de producción de la industria que incorpora material reciclable procesado a sus productos.

4.2.1.6 CONSUMIDORES

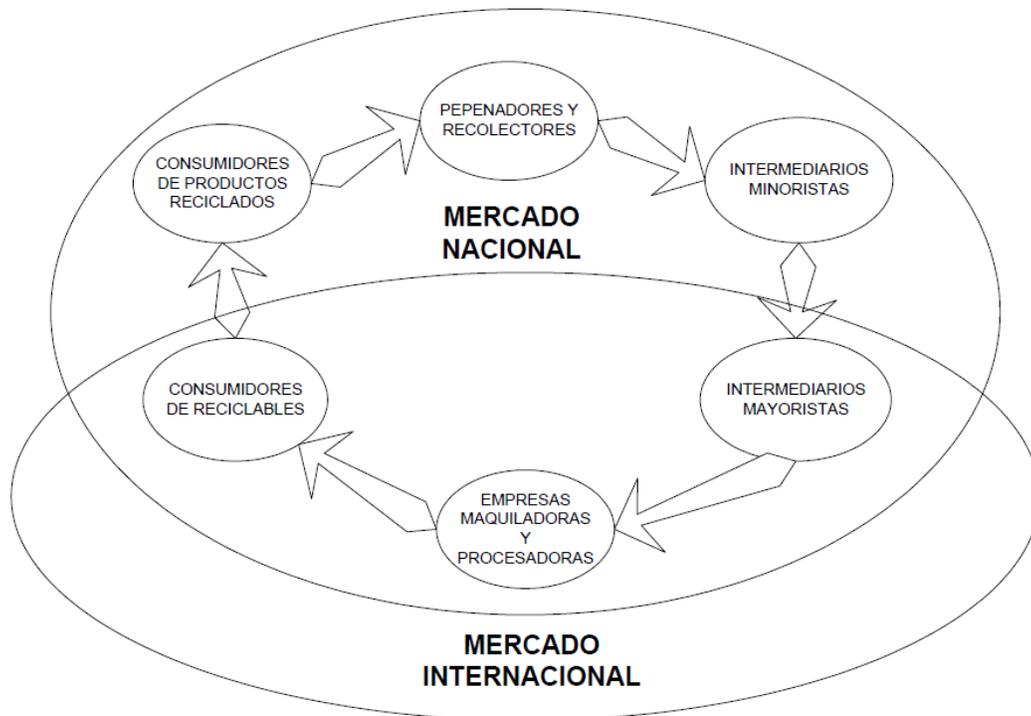
Son las personas o empresas que utilizan materiales reciclables procesados, preparados por los maquiladores, y que se convierten en parte de su materia prima. Como insumo en su proceso.

Es el grupo en el termina el ciclo del mercado; donde se sustituye materia prima virgen por materiales reciclables procesados para la fabricación de sus

productos. En este grupo se incluyen los compradores de materiales para reúso.

El diagrama que se presenta a continuación, muestra el ciclo que cumple el mercado de reciclaje y como cada uno de los actores ya especificados intervienen en cada etapa del ciclo.

Diagrama 4.1 Actores dentro del mercado del reciclaje



4.2.2 MATERIALES RECICLABLES.

Los materiales con potencial reciclable son: plástico, vidrio, hierro, papel, cartón, aluminio, cuero, textiles y durapax. Por sus propiedades y características pueden convertirse en recurso a través del reprocesamiento para luego ser incorporados como materia prima en la fabricación de productos.

Plástico: el plástico es una sustancia cuya principal característica es la capacidad de ser moldeada bajo diversas circunstancias y creadas a partir de la adición de moléculas basadas en el carbono para producir otras de gran tamaño, conocidas como polímeros. Los plásticos se caracterizan por su acomodo en todos los sectores de la economía: envases y embalaje; construcción; automovilístico; electricidad y electrónica; agrícola y médico.

Los plásticos están clasificados en: termoestables, sufren cambios químicos a altas temperaturas, solo pueden moldearse una vez, y los termoplásticos, a altas temperaturas reaccionan suavizándose y moldeándose varias veces, en esta categoría se encuentran:

- **Policarbonato (PC)** es un termoplástico utilizado en la medicina pediátrica y oftalmológica, uno de sus productos son los lentes plásticos. Este material proviene de Estados Unidos, Canadá, México, Centroamérica y Europa.
- **Policloruro de vinilo (PVC)** es un polímero obtenido de materias primas naturales (cloruro de sodio y petróleo) y utilizado en el sector de la construcción, uno de sus productos son las tuberías. El principal proveedor de este material es México y Centroamérica.
- **Polietileno de alta densidad (HDPE)** es un termoplástico fabricado a partir del etano (gas natural) que se puede procesar de diversa formas (inyección, soplado, extrusión o rotomoldeo) para fabricar envases utilizados en el sector limpieza y alimentos; algunos de sus productos son: envases para detergentes, aceites helados, refrescos, etc. Los países proveedores son Estados Unidos, Canadá y Asia.
- **Polietileno de baja densidad (LDPE)** también provienen del gas natural y se puede fabricar diversos productos como bolsas de todo tipo, y envases para alimentos y productos industriales. Los vendedores mayoristas son los Estados Unidos y Canadá.

- **Polietileno tereftalato (PET)** es un termoplástico fabricado a partir del ácido tereftálico y etilenglicol, obteniéndose en dos tipos: grado textil, componente de textiles y grado botella, empleado para envasar bebidas y otros productos alimenticios. México y Centroamérica son los países que más abastecen el mercado nacional.
- **Polipropileno (PP)** es polímero comercial obtenido a partir de la polimeración del propileno, es el termoplástico de más baja densidad. La principal fuente productora es la industria de artículos, accesorios y recipientes. Este material proviene primordialmente de Estados Unidos y Canadá, aunque también el mercado nacional se suministra en menor cantidad de México, Centroamérica, Europa y Canadá.
- **Poliestireno (PS)** los productos más comunes de espuma son los envases de comida rápida en forma de concha de almeja, platos, bandejas para carne y material rígido de embalaje, otros artículos de comunes son los cubiertos para comida, vasos transparentes para beber y recipientes coloreados para yogur y queso blanco, que se producen mediante moldeo de extrusión e inyección.

Vidrio: es uno de los materiales más atractivos para la industria del reciclaje por su alto poder reciclado. El vidrio se fabrica a partir de materias primas inertes y abundantes en la naturaleza, que incluyen: arena silícea blanca, sosa y caliza.

Textiles: los textiles como material con potencial reciclable es un sector de mercado que recientemente ha tomado auge en el país principalmente por el incremento de las maquilas.

Papel y cartón: el papel y cartón como potencial reciclable es uno de los materiales mejor posicionados en el mercado; en el país existe una red de recuperación y consumo en grandes proporciones anualmente para reciclaje en la industria nacional, cuyos productos finales son comercializados a nivel de Centro América y Estados Unidos.

Aluminio: es un elemento metálico más abundante en la corteza terrestre, sus características químicas durante el reciclado no cambian. El proceso se puede repetir indefinidamente y los objetos de aluminio se pueden fabricar enteramente con material reciclado.

Hierro: es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre y el metal más usado. El uso más extenso es para la fabricación de aceros estructurales. Los residuos de hierro llamados comúnmente chatarra son utilizados fundamentalmente en la industria metalúrgica, cada tonelada de acero está fabricada a partir de 0.732 toneladas de chatarra⁵¹.

4.2.2.1 EXPORTACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES

Cantidad de materiales reciclables que El Salvador ha aportado a la industria de reciclaje mundial.

Tabla 4.1 Total de exportaciones de materiales reciclables

| Material | Año | 2003 | 2004 | 2005 |
|----------------|-----|--------|--------|--------|
| | Ton | Ton | Ton | Ton |
| Hierro | | 13,153 | 6,907 | 4,938 |
| Aluminio | | 6,961 | 15,146 | 16,576 |
| Papel y cartón | | 11,074 | 12,613 | 10,964 |
| Plásticos | | 1,416 | 1,536 | 4,065 |
| Textiles | | 3,708 | 7,228 | 9,190 |
| Vidrio | | 2,395 | 3,483 | 4,017 |

Fuente: información tomada del estudio, El reciclaje en El Salvador.

⁵¹ Información tomada del estudio, El reciclaje en El Salvador.

4.2.3 ANÁLISIS DE PRECIOS DE LOS MATERIALES A SEPARAR DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

En nuestro país los materiales reciclables se compran a un costo muy bajo de lo que se vende tanto en el mercado nacional como en el internacional.

A continuación se presentan los precios a los que son vendidos los materiales por parte de los intermediarios (tabla 4.2).

Tabla 4.2 Precios de venta de los diferentes materiales.

| MATERIAL | PRECIO DE VENTA \$/LB |
|--|----------------------------------|
| Plásticos | |
| — Policarbonato (PC) | 0.08 |
| — Policloruro de vinilo (PVC) | 0.06 |
| — Polietileno de alta densidad (HDPE/PEAD) | 0.08 |
| — Polietileno de baja densidad (LDPE/PEBD) | 0.08 |
| — Polietileno tereftalato (PET) | 0.07 |
| — Poliestireno (PS) | 0.08 |
| — Polipropileno (PP) | 0.08 |
| Vidrio | 0.05 |
| Hierro | 0.45 |
| Papel | 0.05 |
| Cartón | 0.01 |
| Aluminio | 0.46 |
| Cuero | 0.25 |
| Textiles | 0.18 |

Fuente: Información tomada del estudio, el reciclaje en El Salvador.

4.3 PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

En base a la información proporcionada por los gerentes de las diferentes alcaldías en estudio, se presenta en la tabla 4.3 los datos históricos de la generación de los desechos sólidos desde el año 2007 hasta el 2011, en este periodo se puede observar que el crecimiento de la generación es directamente proporcional al tiempo.

Tabla 4.3 Comportamiento histórico de la generación de los desechos sólidos de los municipios de Santa Ana, Chalchuapa, San Sebastián Salitrillo y el Congo.

| AÑO | GENERACIÓN (TON) |
|------------|-------------------------|
| 2007 | 66,217.35 |
| 2008 | 70,109.5 |
| 2009 | 72,619.98 |
| 2010 | 82,736.84 |
| 2011 | 88,312.44 |

Fuente: Elaboración propia.

No solo los desechos sólidos de los cuatro municipios en donde se realizó el diagnóstico serán procesados en la planta, sino también el resto de los municipios del departamento de Santa Ana. Es por ello que en la tabla 4.4 se presentan los datos históricos de la generación de los desechos sólidos, proporcionada por el MARN y comprende desde enero del 2011 hasta diciembre de ese mismo año, en este periodo se puede observar que el crecimiento de la generación es directamente proporcional al tiempo.

Tabla 4.4 Comportamiento histórico de la generación de los desechos sólidos de los municipios del departamento de Santa Ana menos Santa Ana, Chalchuapa, San Sebastián Salitrillo y el Congo.

| MES | GENERACIÓN (TON) |
|------------|-------------------------|
| Enero | 590.62 |
| Febrero | 632.01 |
| Marzo | 492.97 |
| Abril | 502.00 |
| Mayo | 627.90 |
| Junio | 755.99 |
| Julio | 747.13 |
| Agosto | 775.41 |
| Septiembre | 710.83 |
| Octubre | 710.73 |
| Noviembre | 647.62 |
| Diciembre | 716.76 |

Para llevar a cabo la proyección de la generación de los desechos sólidos se ha utilizado el método de Mínimos Cuadrados, el cual se basa en calcular la ecuación de la curva para una serie de puntos dispersos sobre una gráfica, curva que se considera el mejor ajuste⁵².

⁵² Evaluación de proyectos, Quinta edición, Gabriel Baca Urbina.

Este método fue aplicado a los datos históricos de la población, el periodo que abarca en la proyección es desde el año 2007 hasta 2011, Para cuatro municipios. El restante el periodo que abarca la proyección es desde enero a diciembre del año 2011. Ambos datos históricos se proyectan hasta el año 2021.

La ecuación de regresión y las fórmulas utilizadas para los cálculos de proyección son:

$$Y = a + bX \quad \text{Ecuación para regresión lineal} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

$$a = \frac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma XY}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad \text{Ec. 2}$$

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad \text{Ec. 3}$$

$$r = \frac{\Sigma (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma (X_i - \bar{X})^2 \Sigma (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad \text{Coeficiente de correlación lineal} \quad \text{Ec. 4}$$

En base a los datos de la generación de desechos sólidos anual (tabla 4.3) en los municipios en estudio y utilizando la ecuación 4 se obtuvo un valor de correlación de $r = 0.98$ lo cual justifica el uso de mínimos cuadrados con aproximación a línea recta ya que indica que la relación existente entre las dos variables es alto.

Los valores de “a” y “b” obtenidos fueron **58,953.966** y **5,681.752** respectivamente. En la tabla 4.5 se presenta la proyección de la población para

el horizonte de estudio. Con estos valores se presenta la ecuación de regresión $Y = 5,681.752X + 58,953.966$ (ver anexo 4.1 para cálculos).

Tabla 4.5 Proyección de la generación de los desechos sólidos.

| Año | Generación (Ton) |
|------------|-------------------------|
| 2012 | 93,044.478 |
| 2013 | 98,726.23 |
| 2014 | 104,407.982 |
| 2015 | 110,089.734 |
| 2016 | 115,771.486 |
| 2017 | 121,453.238 |
| 2018 | 127,134.99 |
| 2019 | 132,816.742 |
| 2020 | 138,498.494 |
| 2021 | 144,180.246 |

De igual manera como se han calculado las proyecciones para los cuatro municipios, se aplica para el restante de los municipios del departamento de Santa Ana. En base a los datos de la generación de desechos sólidos mensuales (tabla 4.4) en los municipios y utilizando la ecuación 4 se obtuvo un valor de correlación de $r = 0.61$, a pesar de que este valor es considerado como moderado, es el método que mejor se apega a la realidad. También se tomó en cuenta que año con año la basura se incrementa pero durante el año existen meses que se genera más basura y en otros menos.

Los valores de “a” y “b” obtenidos fueron **556.21** y **15.84** respectivamente. En la tabla 4.6 se presenta la proyección de la población para el horizonte de estudio. Con estos valores se presenta la ecuación de regresión $Y = 15.84X + 556.21$ (ver anexo 4.1 para cálculos).

Tabla 4.6 Proyección de la generación de los desechos sólidos en los municipios restantes del departamento de Santa Ana.

| Año | Generación (Ton/Año) |
|------------|-----------------------------|
| 2012 | 10,191.00 |
| 2013 | 12,471.96 |
| 2014 | 14,752.92 |
| 2015 | 17,033.88 |
| 2016 | 19,314.84 |
| 2017 | 21,595.80 |
| 2018 | 23,876.76 |
| 2019 | 26,157.72 |
| 2020 | 28,438.68 |
| 2021 | 30,719.64 |

En la tabla 4.7 se presenta el consolidado de las proyecciones para el departamento de Santa Ana, las cuales están calculadas hasta el año 2021.

Tabla 4.7 Proyección total de la generación de desechos sólidos en el departamento de Santa Ana.

| Año | Generación (Ton/Año) |
|------------|-----------------------------|
| 2012 | 103,235.48 |
| 2013 | 111,198.19 |
| 2014 | 119,160.90 |
| 2015 | 127,123.61 |
| 2016 | 135,086.33 |
| 2017 | 143,049.04 |
| 2018 | 151,011.75 |
| 2019 | 158,974.46 |
| 2020 | 166,937.17 |
| 2021 | 174,899.89 |

Teniendo las proyecciones totales, estas se utilizaron para determinar las cantidades que se generan cada año de cada uno de los materiales, como se muestra en la tabla 4.8.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 4.8 Cantidad de materiales proyectadas hasta el 2021.

| Año | Plástico | Aluminio | Papel | Cartón | Vidrio | Metales | Cuero | Durapax | Textiles | orgánica | otros |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | 5.68% | 0.88% | 3.16% | 2.75% | 2.03% | 2.64% | 0.77% | 0.64% | 1.87% | 62.32% | 17.26% |
| 2012 | 5,868.382 | 912.503 | 3,257.338 | 2,838.611 | 2,093.429 | 2,721.905 | 798.660 | 661.082 | 1,935.382 | 64,333.115 | 17,815.070 |
| 2013 | 6,321.019 | 982.886 | 3,508.582 | 3,057.558 | 2,254.898 | 2,931.850 | 860.262 | 712.072 | 2,084.662 | 69,295.227 | 19,189.173 |
| 2014 | 6,773.657 | 1,053.269 | 3,759.825 | 3,276.504 | 2,416.367 | 3,141.795 | 921.864 | 763.063 | 2,233.941 | 74,257.340 | 20,563.277 |
| 2015 | 7,226.294 | 1,123.652 | 4,011.069 | 3,495.451 | 2,577.837 | 3,351.740 | 983.466 | 814.053 | 2,383.220 | 79,219.452 | 21,937.381 |
| 2016 | 7,678.932 | 1,194.035 | 4,262.312 | 3,714.397 | 2,739.306 | 3,561.684 | 1,045.068 | 865.043 | 2,532.499 | 84,181.565 | 23,311.485 |
| 2017 | 8,131.569 | 1,264.418 | 4,513.556 | 3,933.344 | 2,900.775 | 3,771.629 | 1,106.670 | 916.034 | 2,681.778 | 89,143.678 | 24,685.589 |
| 2018 | 8,584.206 | 1,334.800 | 4,764.799 | 4,152.290 | 3,062.245 | 3,981.574 | 1,168.272 | 967.024 | 2,831.057 | 94,105.790 | 26,059.693 |
| 2019 | 9,036.844 | 1,405.183 | 5,016.043 | 4,371.237 | 3,223.714 | 4,191.519 | 1,229.873 | 1,018.014 | 2,980.336 | 99,067.903 | 27,433.796 |
| 2020 | 9,489.481 | 1,475.566 | 5,267.287 | 4,590.183 | 3,385.184 | 4,401.463 | 1,291.475 | 1,069.004 | 3,129.615 | 104,030.015 | 28,807.900 |
| 2021 | 9,942.118 | 1,545.949 | 5,518.530 | 4,809.130 | 3,546.653 | 4,611.408 | 1,353.077 | 1,119.995 | 3,278.894 | 108,992.128 | 30,182.004 |

4.4 COMERCIALIZACIÓN.

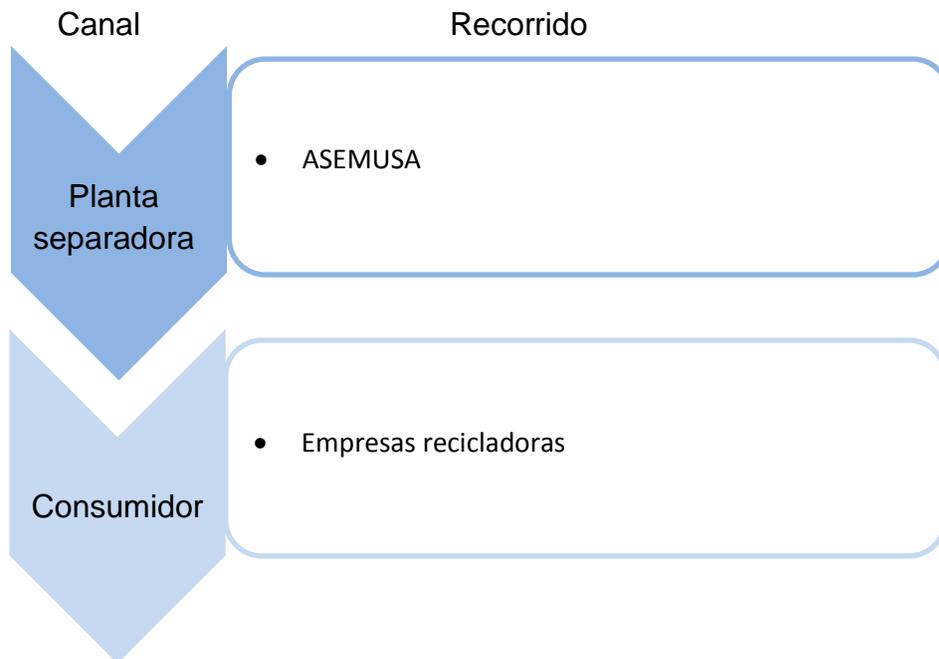
4.4.1 CANALES DE COMERCIALIZACIÓN.

La comercialización es la actividad que permite hacer llegar un bien o servicio al consumidor.

4.4.1.1 ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA DE COMERCIALIZACIÓN PARA LOS DISTINTOS MATERIALES SEPARADOS.

Un canal de distribución es la ruta que tomarán los materiales para pasar del productor al consumidor.

Para la comercialización de los distintos materiales a separar se ha establecido un canal de comercialización por el hecho de que es el que traerá más beneficios en la venta de estos. A continuación se presenta el canal de distribución de los materiales reciclables.



4.5 ESTUDIO TÉCNICO.

4.5.1 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA PLANTA.

El tamaño de la planta estará determinado por la capacidad de separación instalada, es decir, el tonelaje a procesar durante un periodo de tiempo, es una decisión a largo plazo, debido a que variarse la capacidad a corto plazo implicaría una nueva inversión en maquinaria, equipo y distribución en planta.

Existen ciertos factores que se deben de considerar al determinar el tamaño del proyecto, debido a las relaciones que existen entre el tamaño y las toneladas de basura que llegaran al relleno sanitario, el equipo y la maquinaria, entre otros. El análisis de estos factores, condicionan el tamaño del proyecto, reduce las alternativas de tamaño y se llega a determinar el más adecuado para las condiciones existentes.

A continuación se presentan factores a considerar para lograr obtener un adecuado tamaño del proyecto:

- Toneladas de desechos sólidos a procesar.

De acuerdo con la cantidad de desechos sólidos que en el 2011 generó el Departamento de Santa Ana, la planta deberá procesar la cantidad de 96,222.41 toneladas (tablas 4.3 y 4.4) y para el 2021 la planta deberá procesar 174,899.89 toneladas según proyecciones de la tabla 4.7.

- Materiales a separar

Conforme al diagnóstico realizado en los cuatro municipios, los materiales a separar se encuentran en diferentes proporciones es decir que se contaría con:

El 5.68% de plástico, el 0.88% de aluminio, el 3.16% papel, el 2.75% de cartón, el 2.03% de vidrio, el 2.64% hierro, el 0.77% de cuero, el 0.64% durapax y el 1.87% de textiles.

4.5.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

El lugar geográfico que es utilizado por la planta es un factor relevante en la determinación de los costos fijos y variables de toda la empresa, debido a que por razones obvias la planta estará ubicada en el mismo terreno en donde se encuentra el relleno sanitario.

La planta de aprovechamiento está ubicada en la hacienda el “Zompopo”, municipio de Texistepeque, departamento de Santa Ana al norte del relleno sanitario.

Figura 4.1 Ubicación del Relleno Sanitario y de la planta de separación de desechos sólidos.



4.5.3 INGENIERÍA DEL PROYECTO.

4.5.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES.

A continuación se detalla cada uno de los equipos o instalaciones que se utilizarán para cumplir las operaciones que se mencionaron en el diagrama de flujo que se realiza en la planta.

4.5.3.1.1 RECEPCIÓN DE MATERIALES.

Esta área de recepción sirve para la descarga de los desechos sólidos recolectados por el servicio municipal de recolección de basura.

El área de recepción debe ser adecuada a la cantidad diaria de basura descargada, teniendo en cuenta las proyecciones de crecimiento de los desechos sólidos y, por consecuencia, de materiales reciclables en el futuro.

Esta área se construirá de hormigón, con paredes a los dos lados, un lado abierto para que puedan entrar los camiones y puedan descargar y un lado abierto hacia un costado para transferir los materiales hacia el trómel. Las paredes son necesarias para evitar la dispersión de desechos sólidos debido al viento. Los desechos sólidos serán transportados por medio de una pala mecánica hacia las tolvas que luego serán transportados por medio de bandas transportadoras hacia el trómel.

Se debe tomar en cuenta que dentro de esta área no ingresaran camiones con desechos sólidos provenientes de la poda de árboles, de jardinería y de construcciones.

4.5.3.1.2 PRE-CLASIFICACIÓN (TRÓMEL).

La función básica del trómel es distribuir los desechos sólidos por tamaño de tal manera que la selección manual posterior se realice de una manera más eficaz.

Los tamaños de malla del trómel dependen de las características de los desechos que se van a tratar en la planta.

Es habitual que la malla del trómel tenga un tamaño de 40-60mm para descargar tierra, pequeños trozos de vidrio, materia inorgánica, etc. En definitiva, aquellas fracciones presentes en los desechos que pueden considerarse no clasificables, de tal manera que ese material ya no llegue a los clasificadores manuales, facilitando así su tarea.

4.5.3.1.3 BANDA TRANSPORTADORA (BANDA DE RECICLAJE).

La operación de separación de los desechos sólidos se realizara manualmente, a excepción del hierro que se hará por medio de un imán. La clasificación se soporta con el uso de una banda transportadora en forma de línea de selección que permitirá la mecanización parcial del proceso e incrementar la eficiencia.

La banda de reciclaje funciona mediante rodillos que son empujados por un motor y que transmiten el impulso a una correa de transporte. El motor puede ser integrado dentro de una o varios rodillos o se puede utilizar un motor externo que empuje la banda mediante una cadena con catalinas o una banda dentada.

Ya que la basura es abrasiva y contiene líquidos corrosivos, la banda debe ser construida de un material resistente. El material más utilizado para los sistemas transportadores es la cinta de caucho. Como característica, es barata, silenciosa y se tiene buena resistencia concerniente a su resistencia contra la agresión química.

Los principales factores de diseño⁵³ de una banda de reciclaje son el ancho y la velocidad de la cinta. Cuando la separación se hace desde cualquiera de los

⁵³ Gestión integral de residuos sólidos. Tchbanoglous/Theisen/Vigil, el Reciclaje, Eva Roben.

dos lados de la cinta la anchura máxima de la misma es de aproximadamente de 1.20 m. las velocidades de la cinta varían de 5 a 30 m/min. Es importante trabajar con una banda de velocidad regulable, para que pueda darnos mayor flexibilidad de trabajar en diferentes condiciones.

Otro aspecto que también se debe de tener en cuenta en el diseño de una banda de reciclaje, es la elevación de la misma sobre el suelo. Esta puede variar entre los 70 y 85 cm., y depende de la estatura de los trabajadores, ya que si es demasiado baja, los trabajadores deberán inclinarse, lo que provocaría dolores y enfermedades a la columna vertebral; por otro lado, si es demasiado alta, el levantamiento exagerado de los brazos causaría dolores en los brazos y enfermedades en las articulaciones.

El largo de la banda depende de la cantidad de desechos a tratar y del número de libras por clasificar. Generalmente las bandas tienen largos entre 10 y 30 m., sin embargo para producciones de hasta 50 Ton/día se recomienda un diseño estándar con una banda de 10 m. de largo, que resulta suficiente para manejar esta cantidad de desechos; una banda más corta, no resultaría lo suficientemente eficiente ya que es necesaria una longitud para poder separar todas la fracciones. Es recomendable ubicar puestos de trabajo a cada lado de la banda con un espacio entre puestos de trabajo de aproximadamente 0.9 y 1.1 m. este espacio permitirá el libre movimiento de los trabajadores, sin ocupar demasiado espacio.

4.5.3.1.4 COMPACTACIÓN.

La compactación del material reciclable es una operación que reduce el volumen e incrementa la densidad de los mismos para almacenarlos y transportarlos más eficientemente.

El plástico, papel, cartón, el aluminio y recipientes metálicos son materiales muy voluminosos que tienen poco peso. Con una compactación adecuada, el

volumen de una cierta cantidad de estos materiales se puede reducir considerablemente. Como consecuencia, la compactación permite bajar los costos de almacenaje y transporte, que es uno de los más importantes factores en la eficiencia económica de una planta de separación de desechos sólidos.

Entre los diferentes equipos disponibles para lograr los propósitos de compactación se tienen compactadoras estacionarias, máquinas de empaquetamiento, que producen fardos asegurados con ataduras de alambre o plástico.

4.5.3.1.5 PASAJE.

Este es un proceso más que todo de control y es muy importante para el manejo de registro de la planta de separación de desechos sólidos. Los propósitos más importantes para el pesaje de los materiales son:

- Conocer los inventarios de materiales recuperados en la planta.
- Realizar un control de las cantidades vendidas junto con el comprador.

Se debe de pasar y registrar cada material tal y como se lo vende al comprador. Para este proceso no es necesario utilizar una balanza digital o computarizada. Se utilizara una balanza manual ya que es suficiente para el propósito que se le requiere. Debe de ser una balanza con capacidad de pesar hasta 1000Kg., ya que los bultos compactados en una prensa hidráulica tienen frecuentemente un peso que supera los 500kg.

4.5.3.1.6 ELECTROIMÁN.

A la salida de la banda de caucho y a una altura de 0.20 m. se coloca un electroimán cuya función es retener los materiales ferrosos que puedan ir incorporados en los desechos sólidos.

4.5.3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso de separación es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicio a partir de los insumos y se identifica como la transformación de una serie de materias primas (desechos sólidos) en producto terminado (separación del plástico, aluminio, etc.).

Para la descripción del proceso productivo se utilizan técnicas de análisis de proceso, las cuales hacen uso de una serie de simbología internacionalmente aceptada. A continuación se detalla la simbología a utilizar.



OPERACIÓN. Este símbolo denota una operación, la cual se describe como un cambio físico, químico, mecánico, o la combinación de los tres.



TRANSPORTE. Este símbolo representa transporte o la movilización de algún elemento de un lugar a otro con la utilización de recurso humano o mecánico, o una combinación.



DEMORA. Este símbolo representa demora, esta consiste en la espera de algún tiempo para ser procesado por parte de los materiales.



ALMACENAMIENTO. Con este símbolo se entiende que existe almacenaje el cual puede ser de materia prima, producto en proceso o producto terminado.



Inspección. Con este símbolo se representa una inspección para controlar una operación, un transporte o la calidad de un producto.



OPERACIÓN TERMINADA. Este símbolo denota una operación-inspección, las cuales se realizan de forma simultánea.

Esta simbología es la más utilizada para la descripción de procesos de forma gráfica. Estos símbolos deben incluir un número correlativo por cada tipo de símbolo.

4.5.3.2.1 FLUJOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO DE SEPARACIÓN DE LOS MATERIALES INORGÁNICOS.

El desarrollo de diagrama sinóptico nos permitirá identificar las actividades principales que se realizan dentro de la instalación, con objeto de eliminar las actividades innecesarias o de combinar las que puedan hacerse juntas. En la figura 4.2 se muestra el diagrama sinóptico de recuperación de desechos sólidos inorgánicos.

Figura 4.2 Flujograma sinóptico



4.5.4 SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA

Sabiendo el proceso de separación de los materiales inorgánicos se procede a determinar la cantidad de maquinaria, equipo y mano de obra a utilizar. Para elegir la maquinaria deben tomarse en cuenta algunos factores como la potencia y la capacidad.

La selección de la maquinaria debe de estar acorde a la cantidad de desechos sólidos a procesar. La cantidad a procesar que se tendrá anualmente es de 96,222.41 toneladas. Actualmente se tiene una producción promedio diaria de 263.50 toneladas, lo que da la cantidad de 32.94 toneladas por hora en un turno de 8 horas laborables.

Se ha establecido un horario de 9 horas diarias, de lunes a sábado. De las 9 horas que se tendrán en el horario de trabajo, 45 minutos serán para el consumo de los alimentos y 15 minutos para un receso por la mañana, por tanto, solo quedan 8 horas laborables.

Para cumplir con la meta de separación requerida, la capacidad de las maquinas es muy importante, ya que la separación estará básicamente restringida por la capacidad de estas en la intervención de las siguientes partes:

- Alimentación de la banda.
- Separación de los materiales
- Embalaje.

En la alimentación de la banda se debe de utilizar una pala mecánica con la capacidad necesaria para levantar y colocar los desechos sólidos en la tolva, esta capacidad debe de ser de 1m^3 , teniendo en cuenta que algunos camiones depositaran directamente en las tolvas.

La separación de los desechos sólidos la capacidad mínima debe de ser de 9.21 Ton/h por banda.

Para el embalaje de los materiales ya separados. La capacidad que debe de cumplir la maquinaria es de 4.32 Ton/h.

En la tabla 4.3 se presenta una descripción de las especificaciones de las maquinas a utilizar en el proceso de separación de los desechos sólidos. Las maquinas que se describen son las que se requieren un manejo semiautomático y que por lo tanto, exigen la mayor inversión de la puesta en marcha de la empresa.

Tabla 4.3 Maquinas a utilizar en la separación de los desechos sólidos.

| OPERACIÓN | MAQUINA | POTENCIA | CAPACIDAD |
|-----------------------------------|------------------------------|----------|-----------------------|
| Alimentación de tolva | Pala mecánica | 44 HP | 1 m ³ |
| Transporte de desechos | Banda transportadora | 3KW | |
| Pre-separación | Trómel | 11 KW | 100 m ³ /h |
| Separación de materiales | Banda de clasificación | 3KW | 0 – 30 m/min |
| Almacenamiento | Montacargas | | |
| Transporte de material recuperado | Banda para prensa hidráulica | 2.2KW | 5 a 50 ton/h |
| Reducción de volumen | Prensa hidráulica | 22KW | 230 m ³ /h |
| Pesaje | Bascula | | |

<http://www.dariomasdario.com/palamecanicadd.html>

A parte de la maquinaria descrita en la tabla 4.3, también se requiere de otros equipos adicionales, en la tabla 4.4 se presenta un resumen de toda la maquinaria el equipo necesario para el proceso completo de la separación de los desechos sólidos.

Tabla 4.4 Equipo necesario para la separación de los desechos sólidos.

| DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD | EQUIPO NECESARIO | CANTIDAD |
|---|------------------------------|-----------------|
| Alimentación de tolva | Pala mecánica | 1 |
| Alimentación de banda | Tolva | 2 |
| Pre-clasificación | Trómel | 2 |
| Alimentación de trómel | Banda | 2 |
| Separación de materiales | Banda de clasificación | 2 |
| Recolección de materiales | Carritos manuales | 30 |
| Separación de hierro | Electroimán | 1 |
| Pesado de los materiales separados | Bascula | 1 |
| Traslado de los materiales compactados a la bascula | Montacargas | 1 |
| Traslado de los materiales a los almacenes | Camión | 1 |
| Alimentación de prensa hidráulica | Banda para prensa hidráulica | 1 |
| Compactadora de los materiales | Prensa hidráulica | 1 |

4.5.5 CÁLCULO DE MANO DE OBRA.

El número de personas a participar en el proceso de separación de los materiales inorgánicos se calcula asignando tareas según las operaciones existentes, en el caso de los operarios asignados a la banda de reciclaje se asignan en base a las cantidades de material a separar.

A continuación se detallan la asignación de tareas y el personal requerido para realizarla.

4.5.5.1 ÁREA DE RECEPCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

Esta área requiere de cuatro operarios, el cual uno se encargara de manejar la pala mecánica para alimentar las tolvas, otro de coordinar las entradas de los camiones a esta área y dos para separar los materiales de gran tamaño que salgan de la tolva.

4.5.5.2 ÁREA DE CLASIFICACIÓN.

Es necesario calcular el número de personas que se requiere para trabajar en la banda de selección. En la tabla 4.3 se presentan datos sobre la cantidad de desechos sólidos que puede ser manejado por cada trabajador.

Tabla 4.3. Tasas de selección de materiales a partir de banda transportadoras.

| Tipo de material | Residuos seleccionados Toneladas/hora*hombre |
|-------------------------|---|
| Papel y cartón | 0.5 – 3.0 |
| Plásticos mezclados | 0.1 – 0.4 |
| Vidrio | 0.2 – 0.8 |
| Residuos metálicos | 0.1 – 0.5 |

Fuente: Gestión integral de residuos sólidos, Tchobanoglous/Theisen/Vigil.

A partir de los rendimientos de selección indicados en la tabla 4.3, se podrá calcular cuántos puestos de trabajo se requerirán en la planta de separación de desechos sólidos. Se debe de calcular una tasa horaria de cada material teniendo en cuenta que se trabajan cinco días a la semana, ocho horas diarias. Para efectos de diseño se ha adoptado el más bajo de los rendimientos por obrero, debido más que nada, a que debemos de arrancar desde el punto más bajo de la curva de aprendizaje.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

En la tabla 4.4 se muestra el cálculo necesario de realizar, para definir los puestos de trabajo en la banda de reciclaje.

Tabla 4.4. Cálculos de puestos de trabajo en banda de reciclaje.

| Material | Cantidad de material (Ton/hora) | Rendimiento (Ton/hora*hombre) | Número de puestos | |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------|
| | | | Calculado | Elegido |
| Plásticos | 1.45 | 0.1 | 18.79 | 16 |
| Aluminio | 0.16 | 0.1 | 2.22 | 4 |
| Papel | 0.80 | 0.5 | 2.09 | 2 |
| Cartón | 0.81 | 0.5 | 1.97 | 2 |
| Vidrio | 1.24 | 0.2 | 6.63 | 6 |
| Hierro | 1.17 | 0.1 | 13.47 | 0 ^a |
| Cuero | 0.10 | | | 2 |
| Durapax | 0.14 | | | 2 |
| Textiles | 0.39 | | | 2 |
| TOTAL OPERARIOS | | | | 36 |

^a No se elige ningún operario debido a que para la separación de hierro se ara por medio de un electroimán.

Se utilizaran 33 operarios para la separación de los diferentes materiales.

Como una forma de justificar el número de separadores se calcula el número de libras de material por minuto que pasaría frente a ellos y el tiempo total que necesitarían para separarlo todo.

Tabla 4.5. Aparición de materiales reciclables por minuto en la banda transportadora.

| Material | Tasa homogénea de aparición en la banda transportadora (actualmente) |
|-----------------|--|
| Plásticos | 69.05 libras por minuto |
| Aluminio | 8.17 libras por minuto |
| Papel | 38.42 libras por minuto |
| Cartón | 38.28 libras por minuto |
| Vidrio | 48.72 libras por minuto |
| Metales | 49.49 libras por minuto |
| Cuero | 5.91 libras por minuto |
| Durapax | 7.13 libras por minuto |
| Textiles | 20.14 libras por minuto |

4.5.5.3 ÁREA DE PRENSADO.

Para esta área se requiere un operario para que manipule la máquina de prensado. A demás dos operarios para recoger los desechos depositados en los carritos manuales y que luego los dispondrán en la banda que alimenta la prensa.

4.5.5.4 ÁREA DE PESAJE.

En esta área se utilizara un operario, para que se encargue de llevar el control de las cantidades de material que salen de la planta. Para esta área se utilizara un montacargas que coloque los materiales separados en la báscula y luego los almacene previamente y para ello se necesita un operario.

4.5.5.5 ÁREA DE ALMACENAMIENTO.

Es necesario en esta área solo utilizar un carrito monta carga que lleve los materiales del almacenamiento previo al almacenamiento para su comercialización y para ello se necesita uno que maneje el carrito y un ayudante.

4.5.5.6 ÁREA DE MATERIAL NO RECUPERADO.

En esta área se utilizaran cuatro operarios de los cuales tres manejaran los camiones de volqueo y uno que manejara la pala mecánica.

4.5.5.7 ÁREA DE MANTENIMIENTO.

En esta área es necesario un jefe de mantenimiento y un mecánico, los cuales serán los encargados del mantenimiento de las instalaciones y de la maquinaria.

4.5.5.8 ÁREA DE OFICINA ADMINISTRATIVA.

Para la administración de la planta solo se utilizara un gerente y una secretaria. Esta área ya existe debido a que la administración del relleno sanitario será la encargada de la planta de separación de desechos sólidos.

A parte del personal descrito en las diferentes áreas, se utilizara un jefe de operaciones dentro de la planta y un supervisor que controle los almacenamientos a los diferentes almacenes.

En total se puede determinar que el número necesario de personal para realizar las diferentes tareas es de 55 personas.

4.5.6 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.

Para realizar la distribución de la planta se utilizara el método de distribución sistemática de las instalaciones de la planta conocida como: Systematic Layout

Planning, el cual consiste en obtener un diagrama de relación de actividades, que se construye con dos códigos.

El primero de ellos es el código de cercanía que está representado por letras, donde cada una representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos de una de la otra; el segundo código es el de razones, representado por números, cada número representa el por qué se dice que es un área este cerca o lejos de la otra.

La tabla 4.6 y 4.7 representan los códigos a utilizar.

Tabla 4.6 Cuadro de cercanía

| Letra | Cercanía |
|--------------|--------------------------|
| A | Absolutamente necesario |
| E | Especialmente importante |
| I | Importante |
| O | Común |
| U | Sin importancia |
| X | Indeseable |

Tabla 4.7 Cuadro de cercanía

| No. | Razones |
|------------|------------------|
| 1 | Por control |
| 2 | Por higiene |
| 3 | Por proceso |
| 4 | Por conveniencia |
| 5 | Seguridad |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

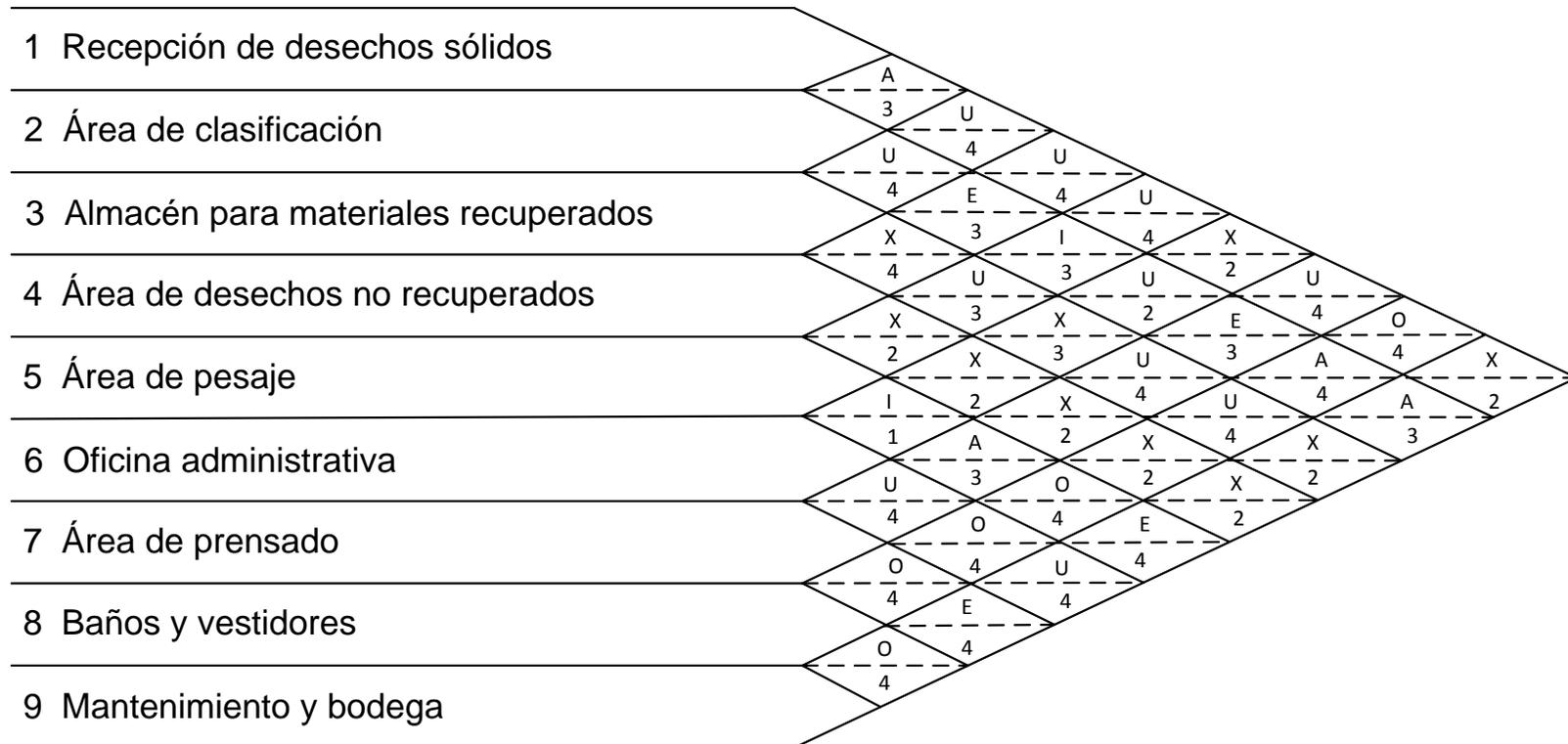
La tabla 4.8 muestra las actividades que se realizarán en la empresa y la relación entre ellas según su importancia.

Tabla 4.8 Diagrama de actividades.

| No. | ACTIVIDAD | IMPORTANCIA | | | | | |
|-----|-------------------------------------|-------------|-------|-----|---|-----------|-------|
| | | A | E | I | O | U | X |
| 1 | Recepción de desechos sólidos | 2 | | | 8 | 3-5,7,4 | 6,9 |
| 2 | Área de clasificación | 1,8,9 | 4,7 | 3,5 | | 6 | |
| 3 | Almacén para materiales recuperados | | | | | 1,2,5,7,8 | 4,6,9 |
| 4 | Área de desechos no recuperados | | 2 | | | 1 | 6-9,3 |
| 5 | Área de pesaje | 7 | 3,9 | 2,6 | 8 | 1 | 4 |
| 6 | Oficina administrativa | | | 5 | 8 | 2,7,9 | 1,3,4 |
| 7 | Área de prensado | 5 | 2,3,9 | | 8 | 6 | 1,4 |
| 8 | Baños y vestidores | 2 | 7 | | 5 | 3,9 | 1,4,6 |
| 9 | Mantenimiento y bodega | 2 | | 5,7 | | 6,8 | 1,3,4 |

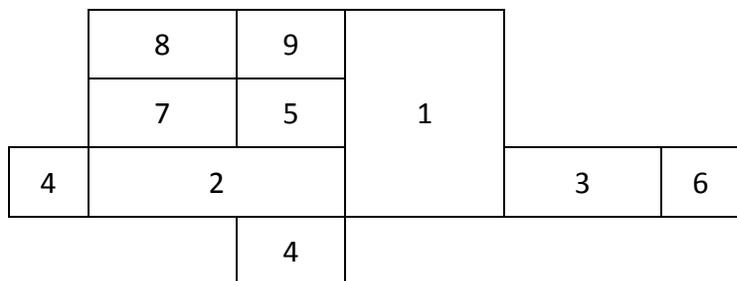
Con la realización de este cuadro se forma el diagrama general de relación de actividades y el diagrama de bloques mostrado en la figura 4.1 y 4.2 respectivamente, los cuales permiten elaborar el diseño de la planta propuesta.

Figura 4.1 Diagrama general de relación de actividades para la separación de los desechos sólidos.



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Figura 4.3 Diagrama de bloques de distribución de las áreas para la separación de los desechos sólidos.



| NUMERO | ÁREA QUE REPRESENTA |
|--------|-------------------------------------|
| 1 | Recepción de desechos sólidos |
| 2 | Área de clasificación |
| 3 | Almacén para materiales recuperados |
| 4 | Área de desechos no recuperados |
| 5 | Área de pesaje |
| 6 | Oficina administrativa |
| 7 | Área de prensado |
| 8 | Baños y vestidores |
| 9 | Mantenimiento y bodega |

4.5.7 CALCULO DE ÁREAS DE LA EMPRESA

Se ha logrado llegar a una proporción de la distribución ideal de la planta, pero es importante definir el tamaño físico de las áreas necesarias para cada una de las actividades que se realizan en la planta.

Tabla 4.9 Calculo para cada una de las áreas de la planta.

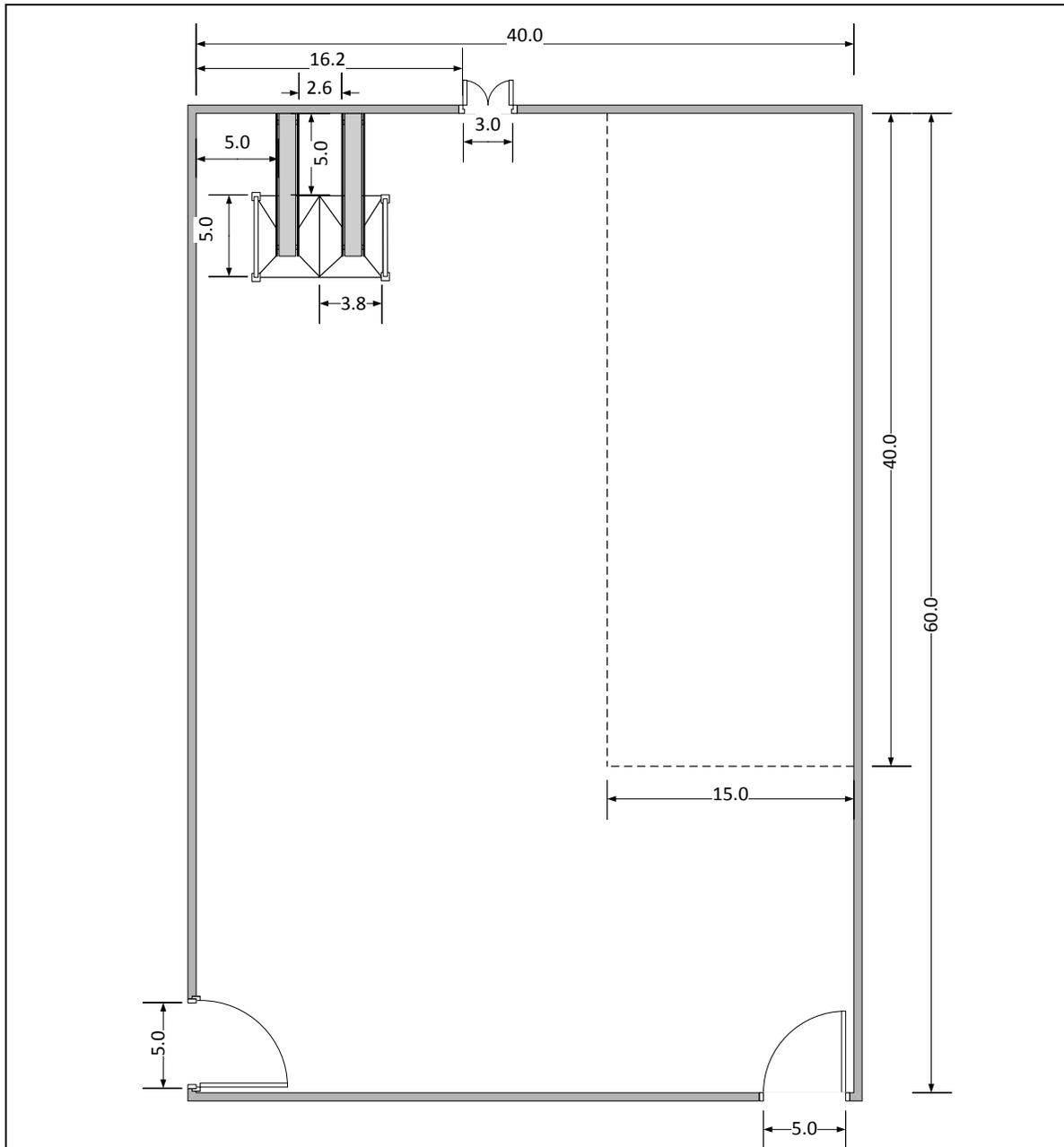
| NUMERO | ACTIVIDAD | ÁREA (m ²) |
|--------------------------|---|-------------------------|
| 1 | Recepción de desechos sólidos. | 2,400 |
| 2 | Área de clasificación | 357.2 |
| 3 | Área de almacenamiento de material recuperado | 1,513 |
| 4 | Área de desechos no recuperados. | 40 |
| 5 | Área de pasaje. | 180 |
| 6 | Oficina administrativa. | 20 |
| 7 | Área de prensado. | 172.5 |
| 8 | Baños y vestidores. | 107.8 |
| 9 | Mantenimiento. | 49 |
| TERRENO NECESARIO | | 4,839.5 |

Este cálculo considera el flujo de material, espacio para pasillos, máquinas y equipo adicional que se utilizara.

Haciendo uso de las herramientas de computación existentes actualmente, se presenta la distribución de cada una de las áreas de la planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario en el departamento de Santa Ana, incluyéndose el plano de distribución de la misma y el flujo de material que se tendrá.

**A CONTINUACIÓN SE PRESENTA LA
DISTRIBUCIÓN DE CADA UNA DE LAS ÁREAS
DE LA PLANTA DE SEPARACIÓN DE DESECHOS
SÓLIDOS**

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Distribución área de recepción (medidas en metros)

PRESENTAN:

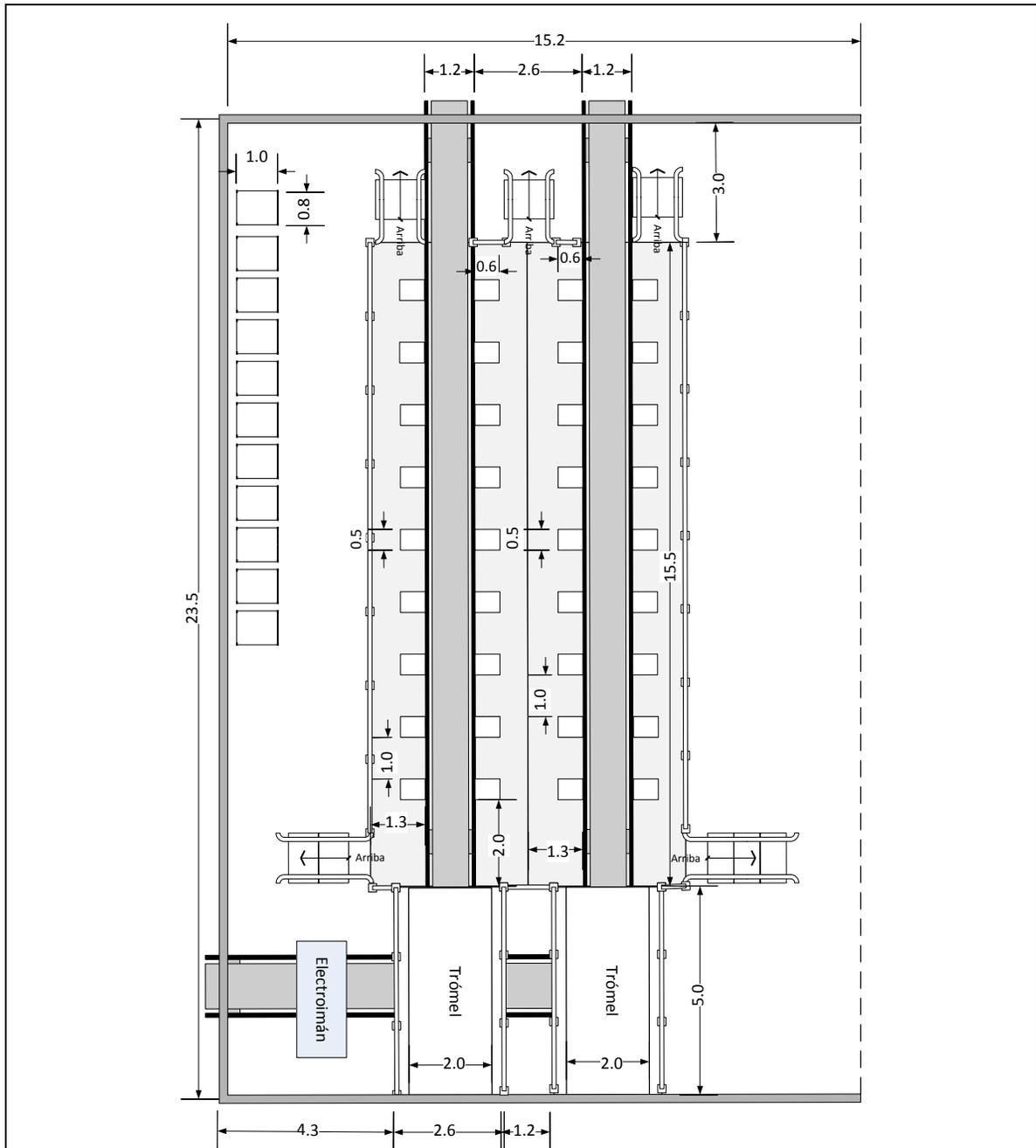
Gutiérrez González, Federico Antonio
Mendoza García, José Alberto

ESCALA:
1:200

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Distribución área clasificación (medidas en metros)

PRESENTAN:

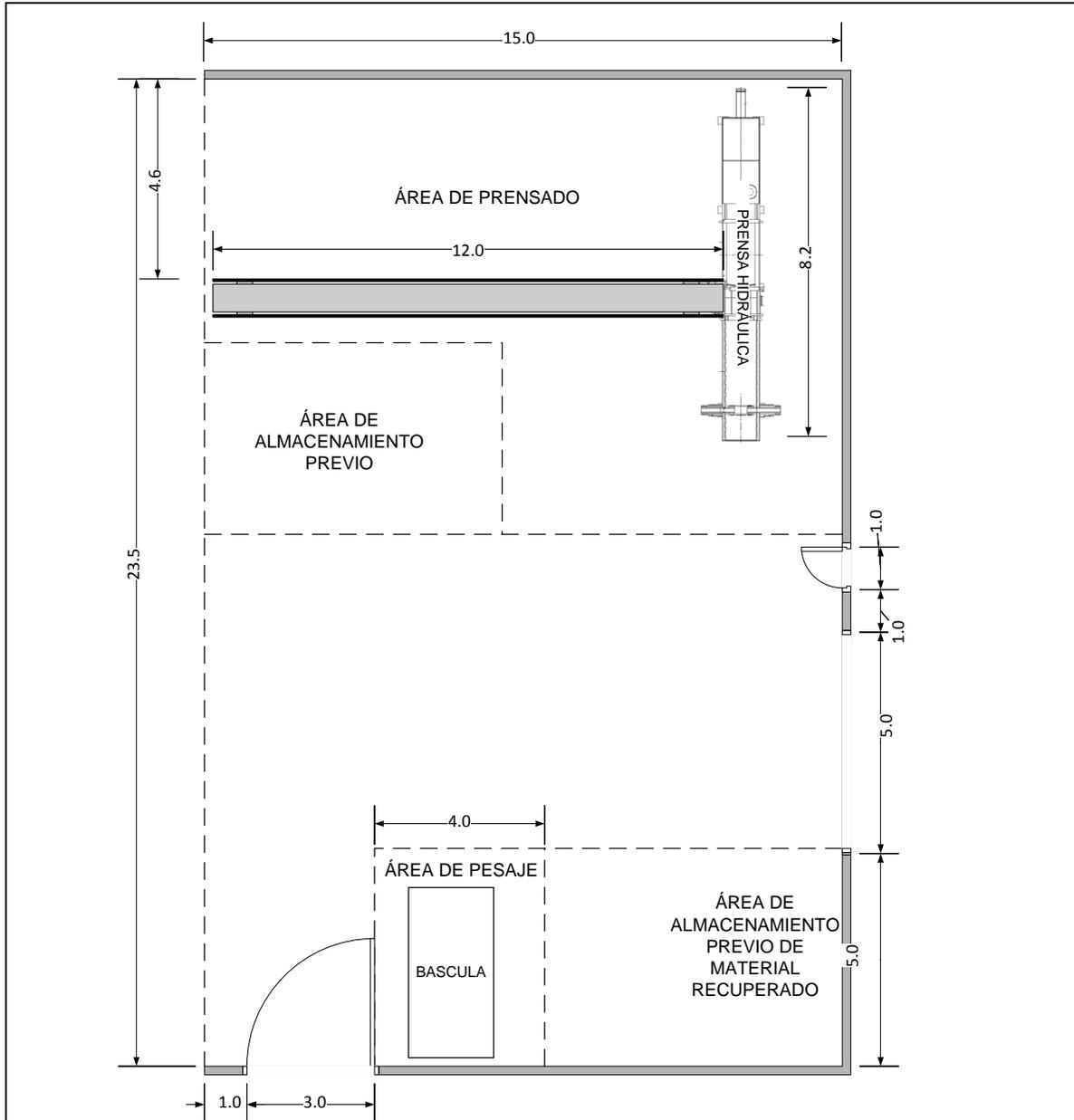
Gutiérrez González, Federico Antonio
Mendoza García, José Alberto

ESCALA:
1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Distribución área de prensado y de pasaje (medidas en metros)

PRESENTAN:

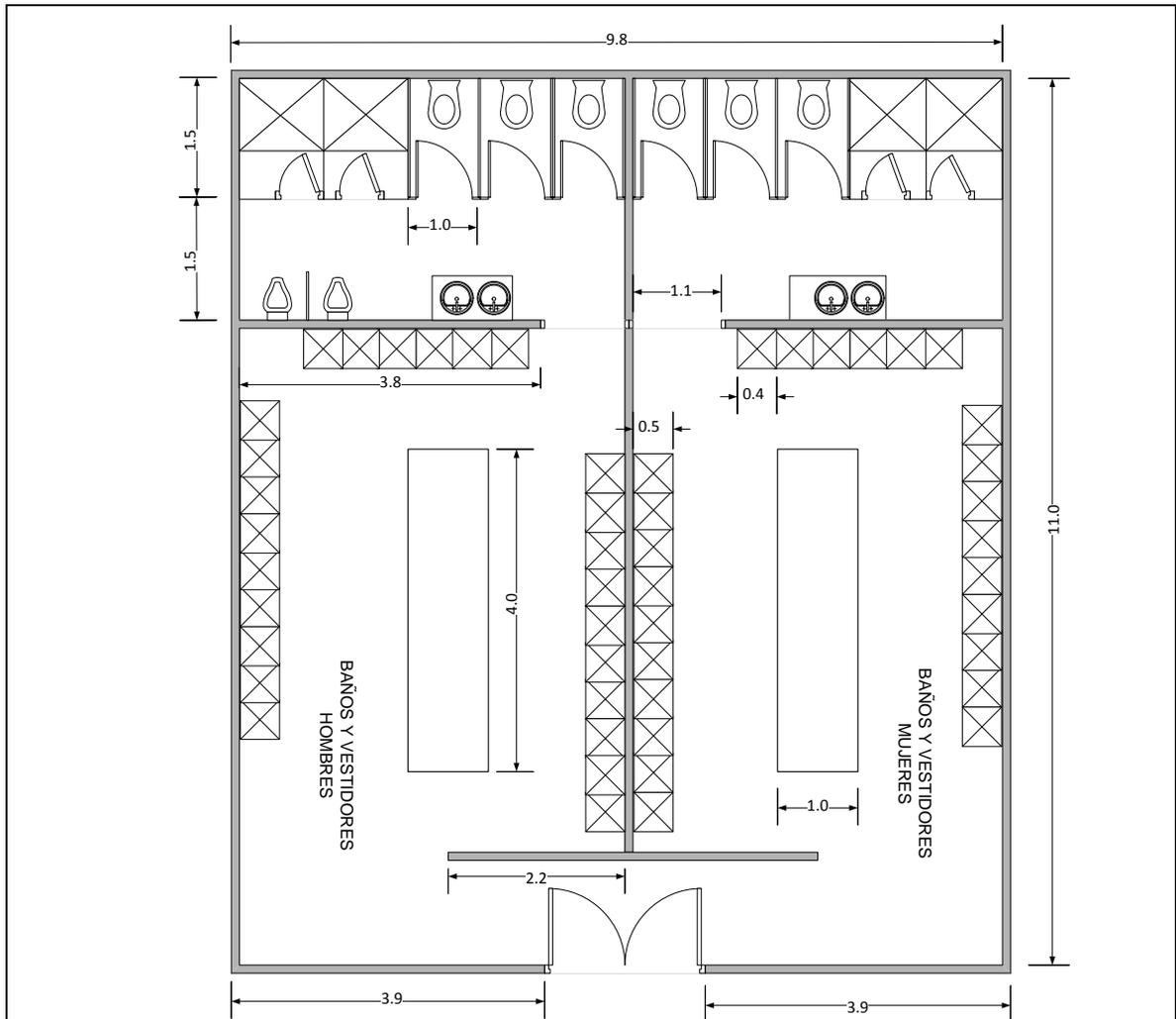
Gutiérrez González, Federico Antonio
Mendoza García, José Alberto

ESCALA:
1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Baños y vestidores (medidas en metros)

PRESENTAN:

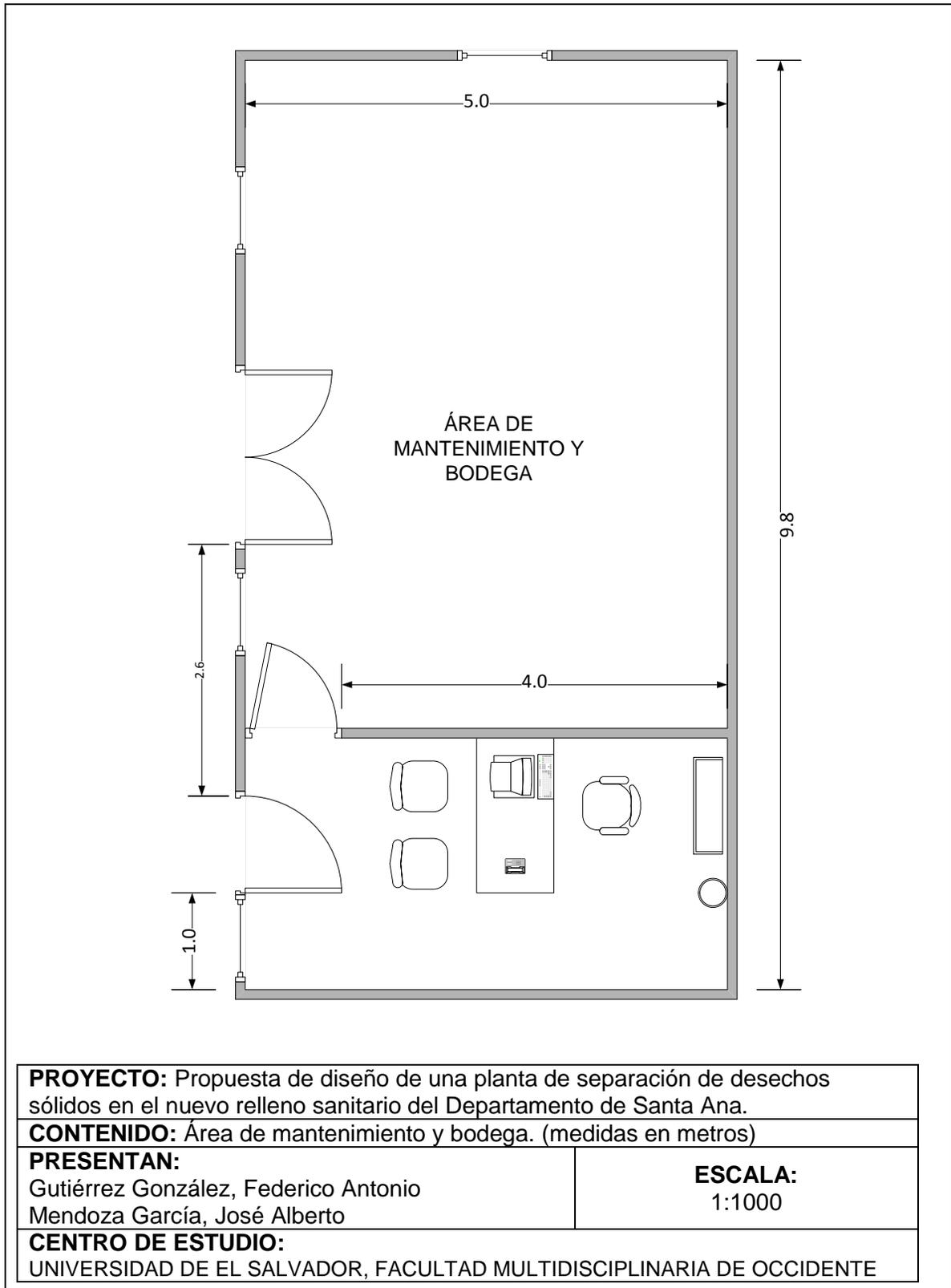
Gutiérrez González, Federico Antonio
Mendoza García, José Alberto

ESCALA:
1:1000

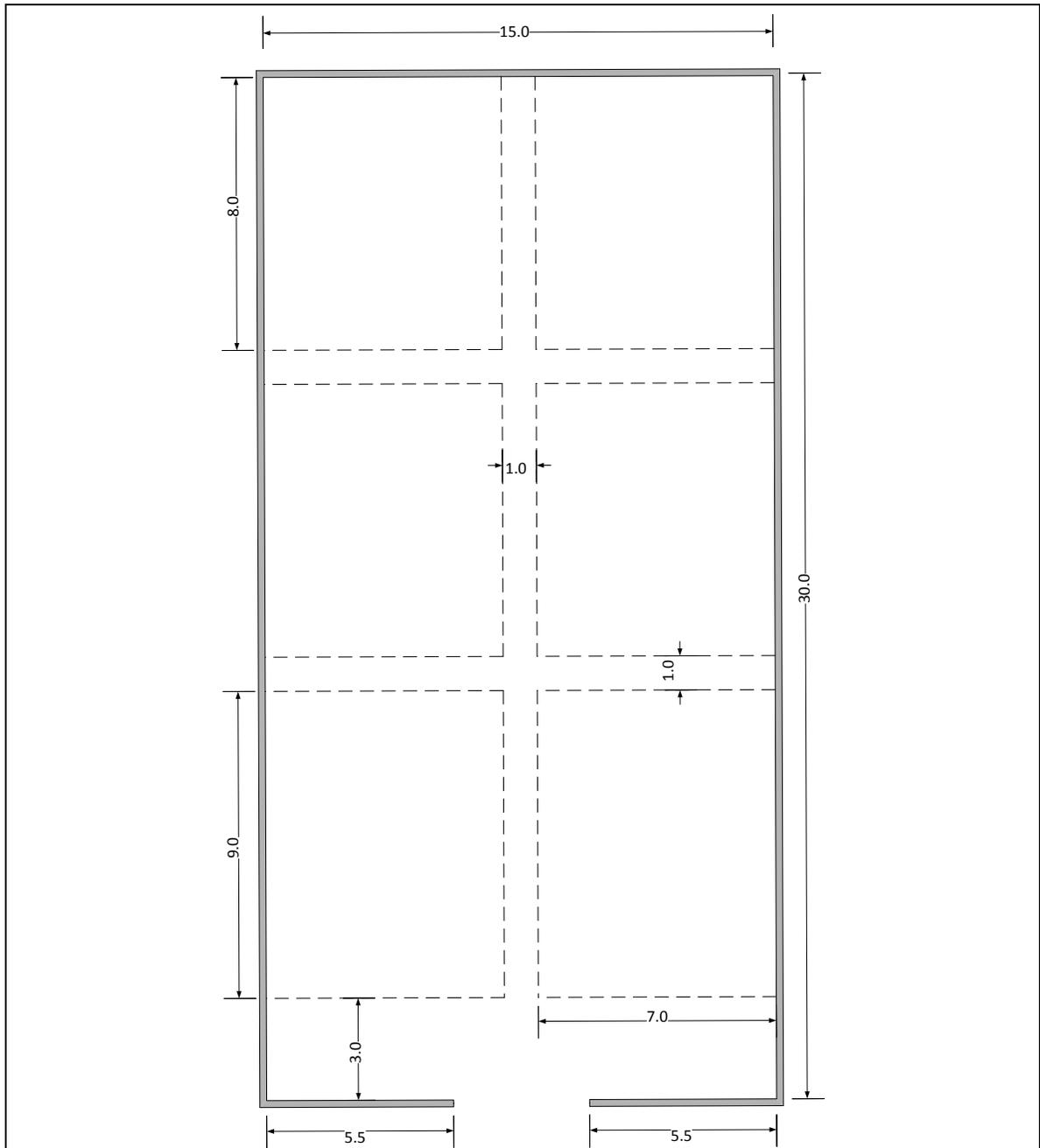
CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de plástico (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio

Mendoza García, José Alberto

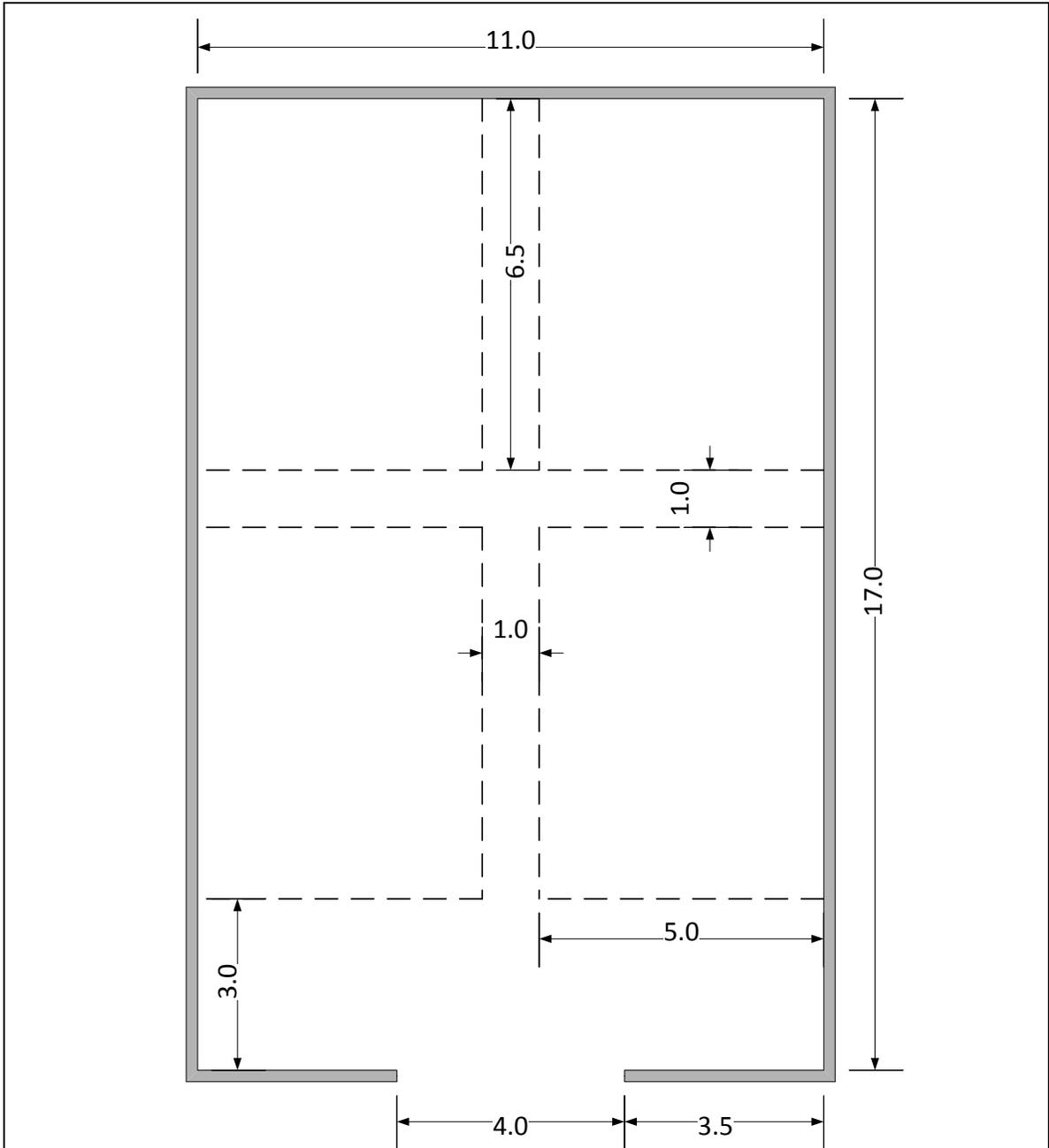
ESCALA:

1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de papel (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio

Mendoza García, José Alberto

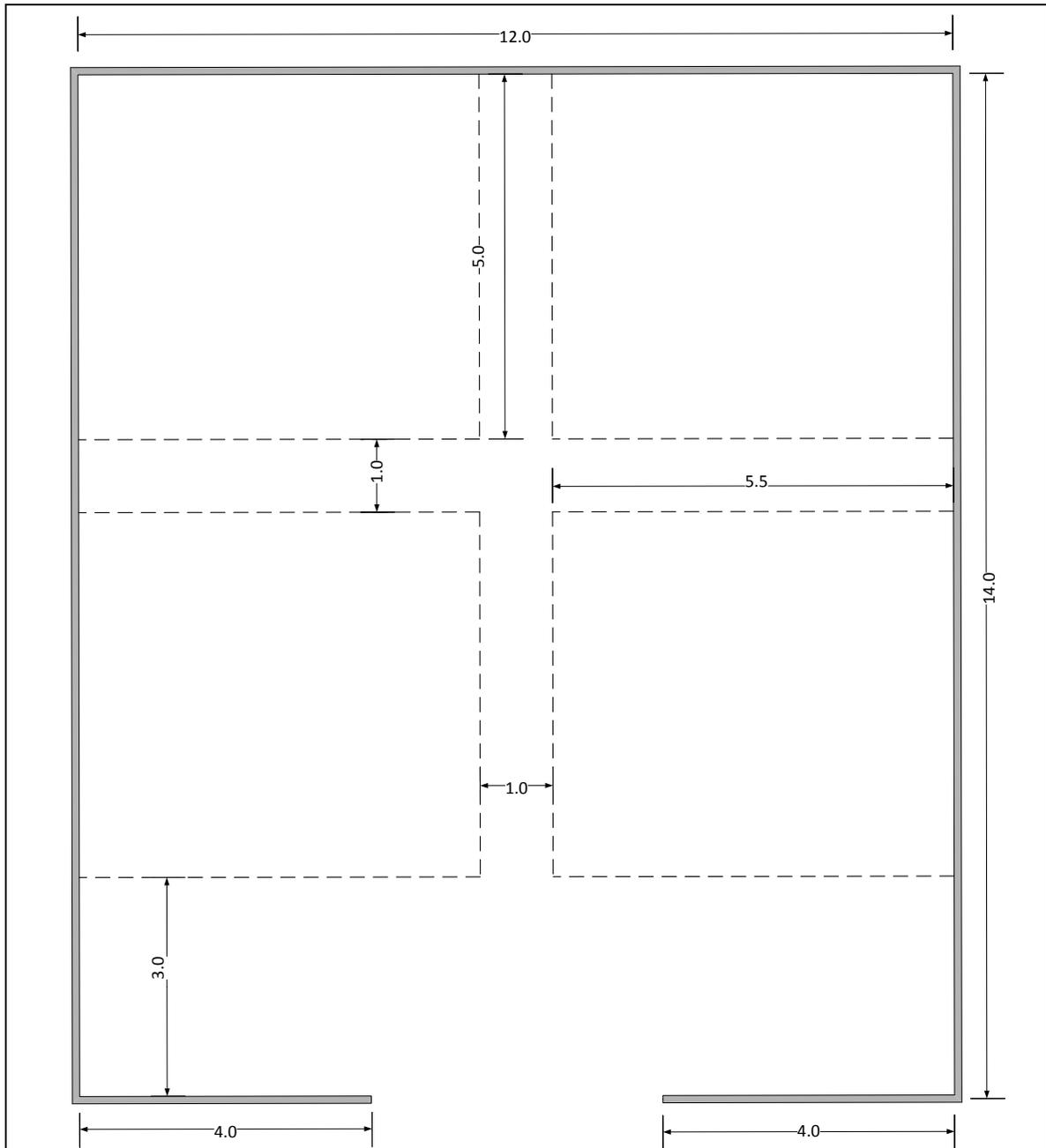
ESCALA:

1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de vidrio (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio

Mendoza García, José Alberto

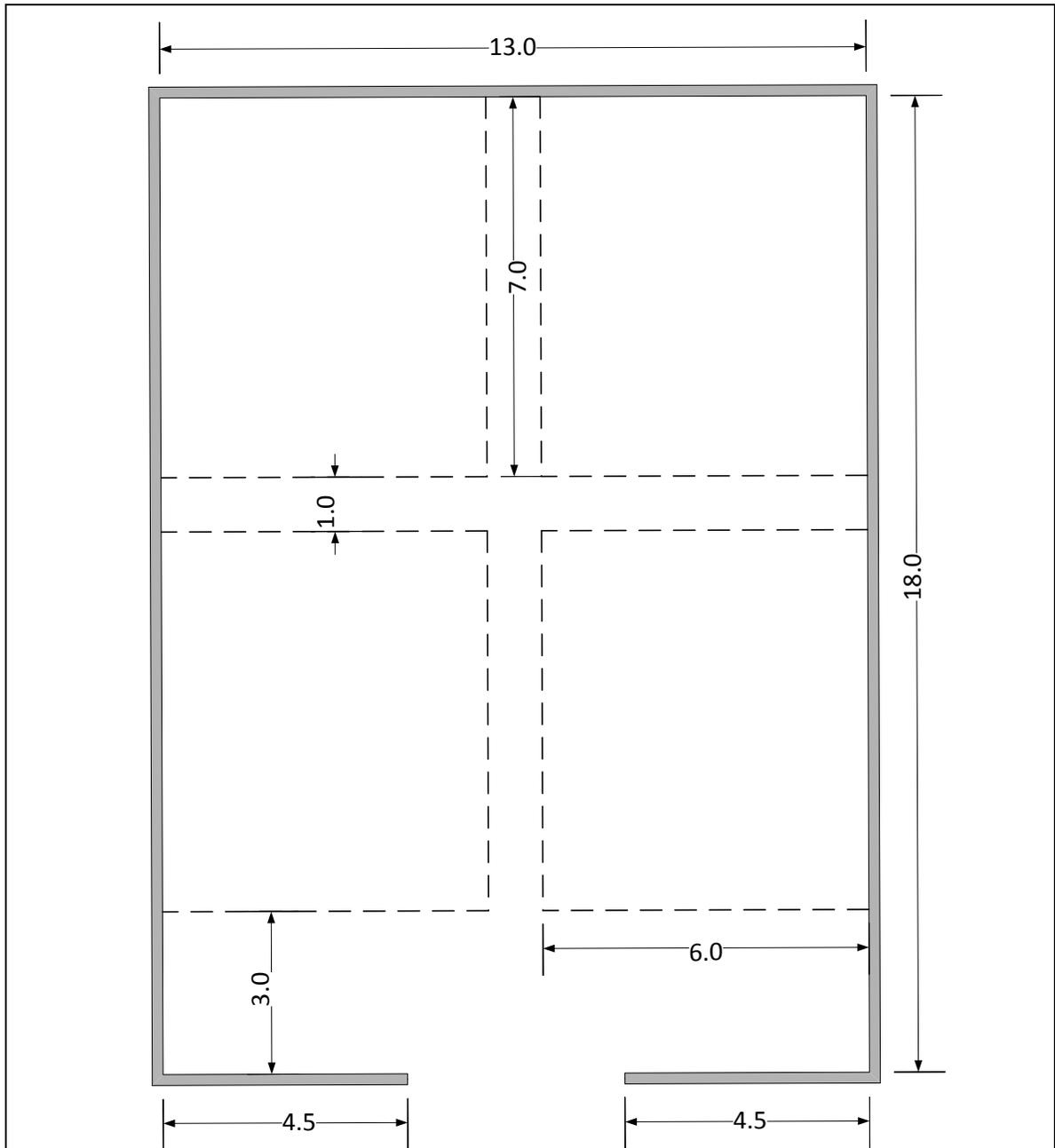
ESCALA:

1:1000

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de cartón (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio

Mendoza García, José Alberto

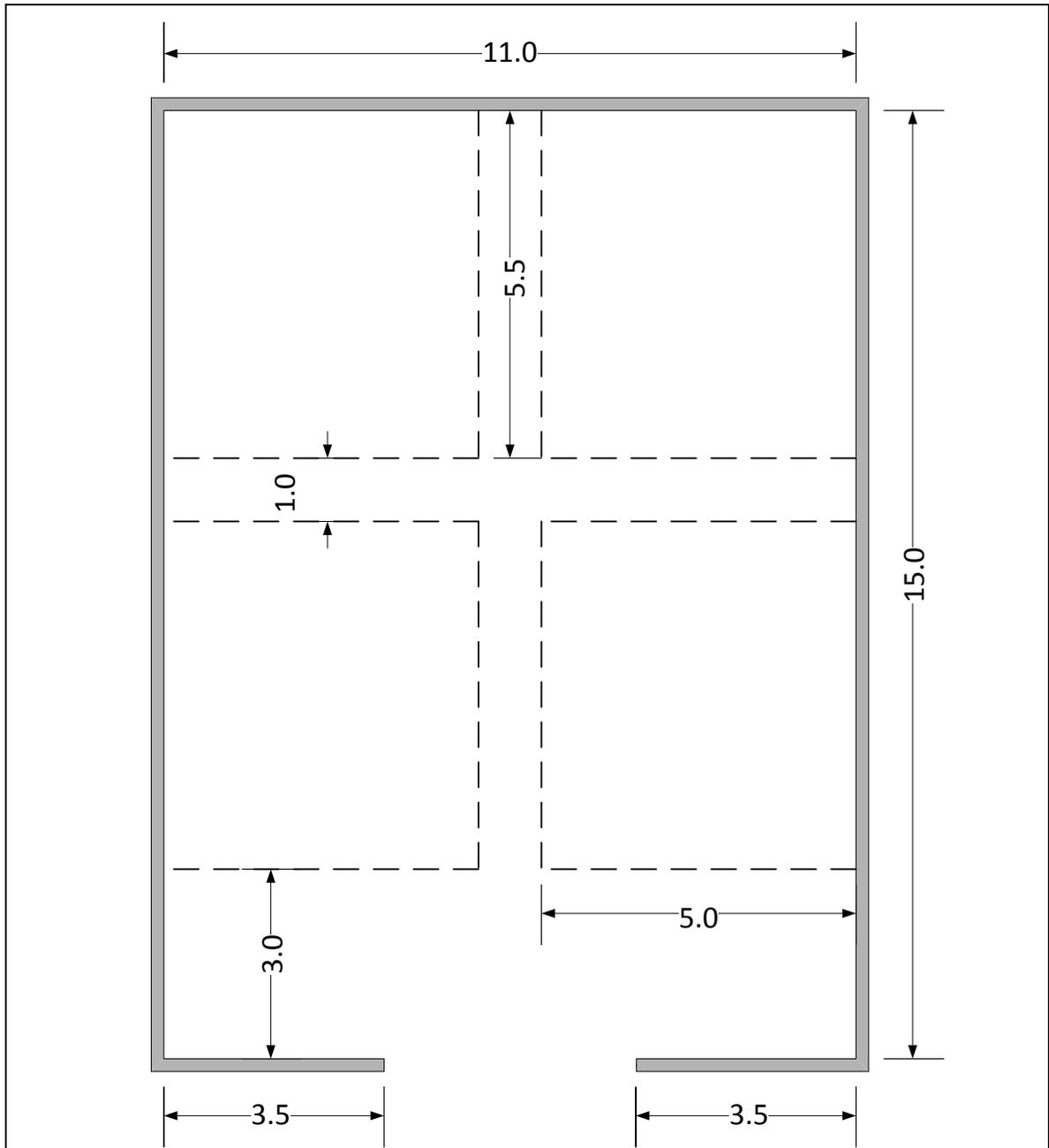
ESCALA:

1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de aluminio (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio

Mendoza García, José Alberto

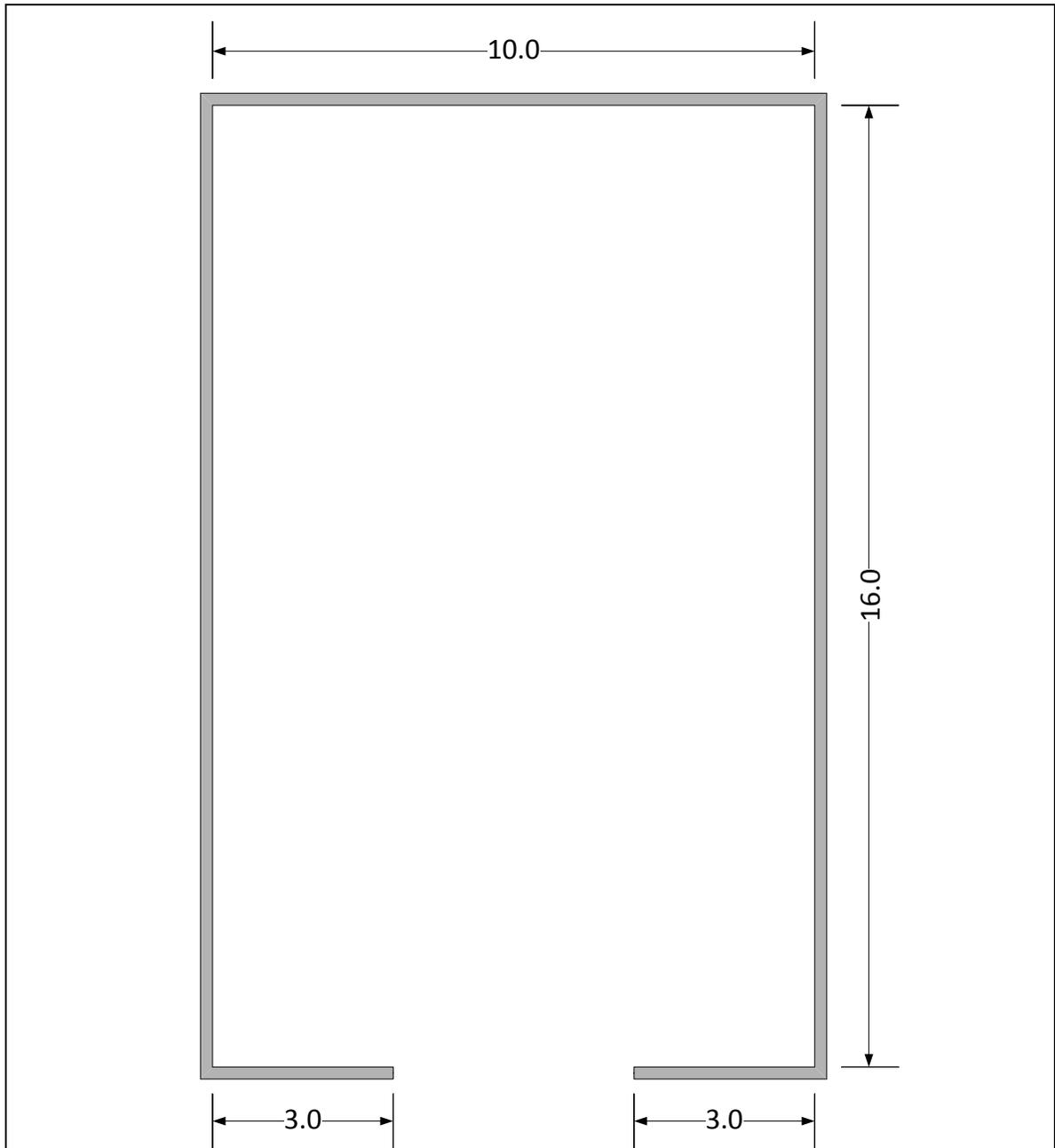
ESCALA:

1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de metales (medidas en metros)

PRESENTAN:

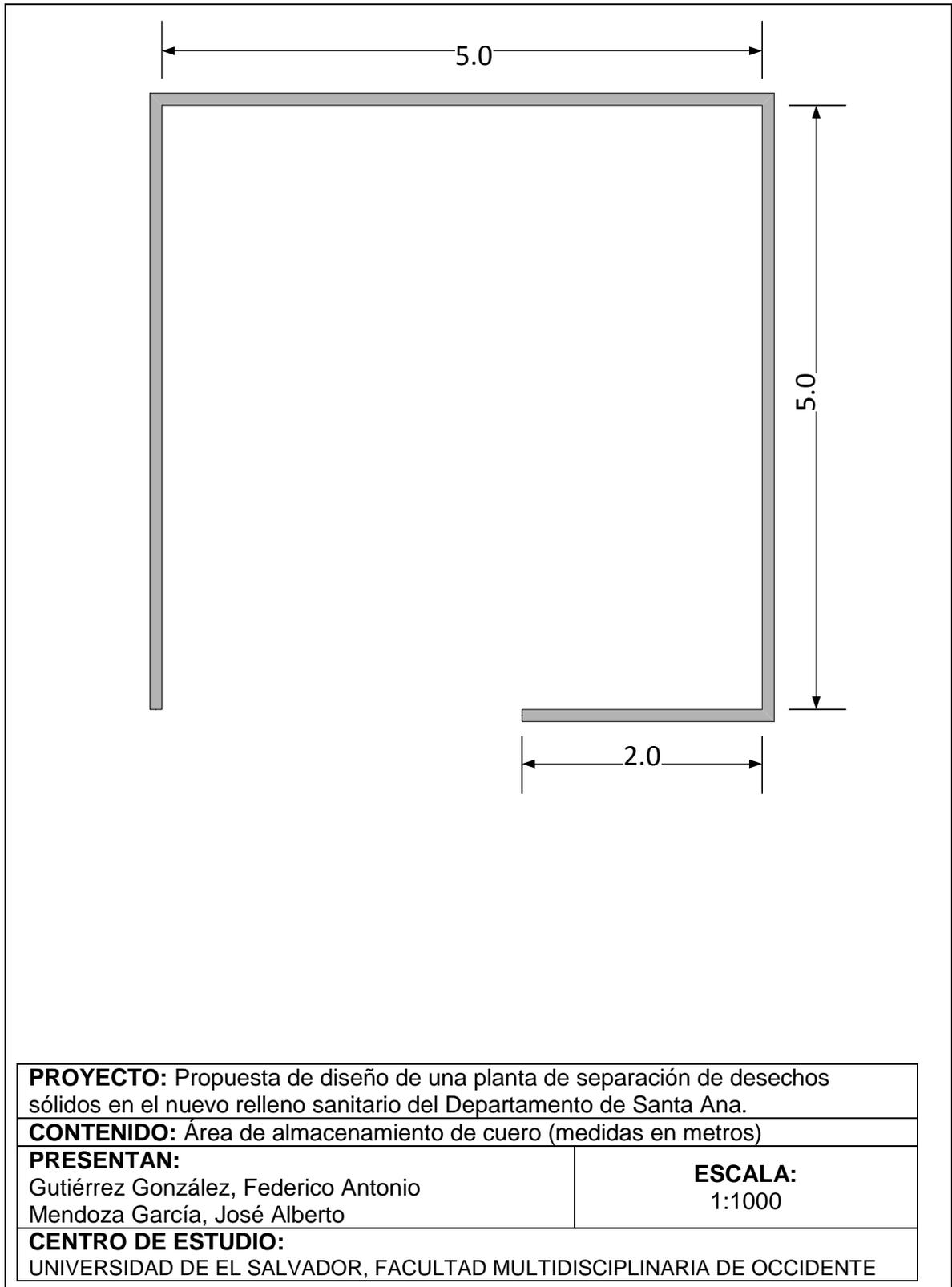
Gutiérrez González, Federico Antonio
Mendoza García, José Alberto

ESCALA:
1:500

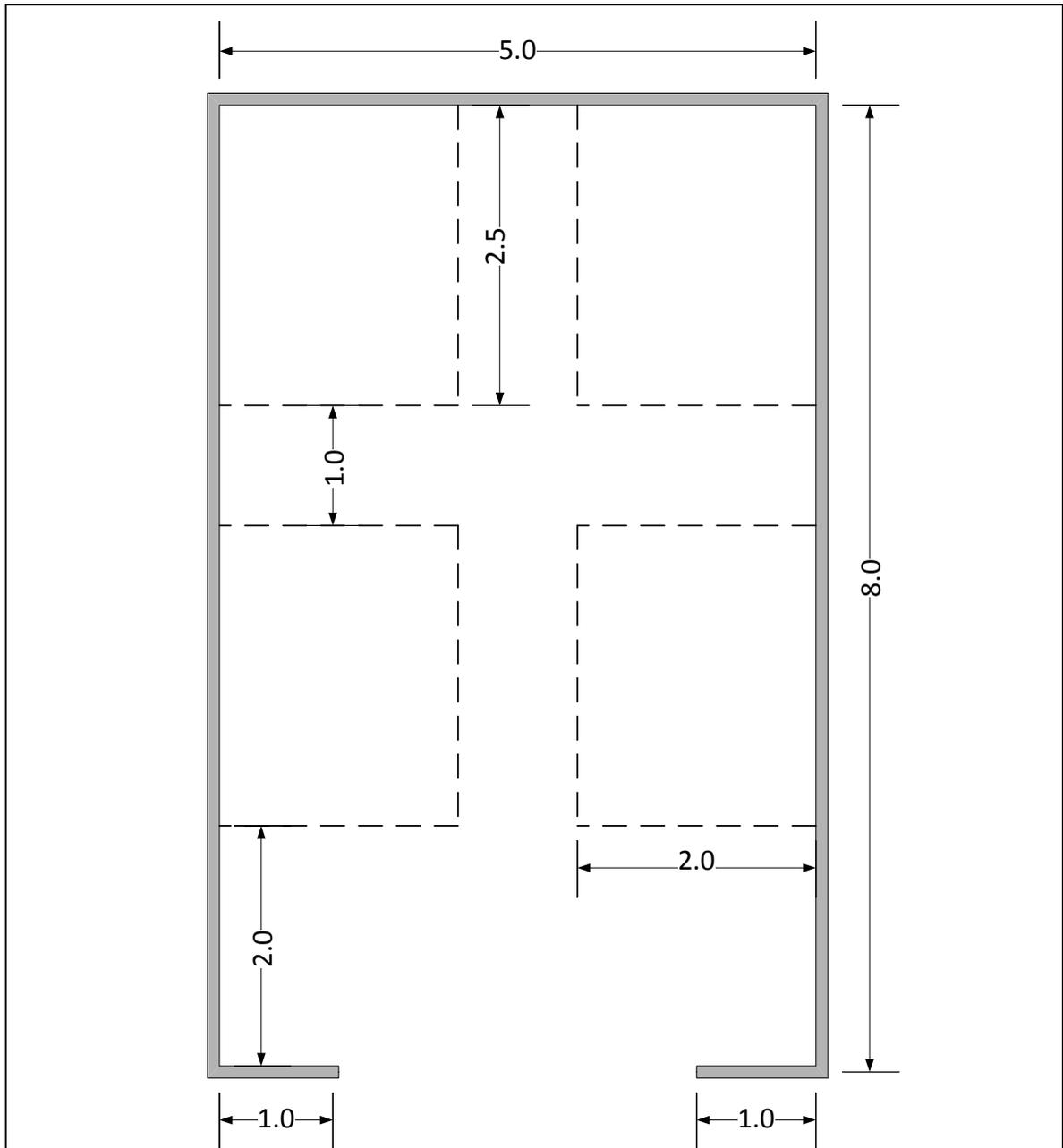
CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de durapax (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio

Mendoza García, José Alberto

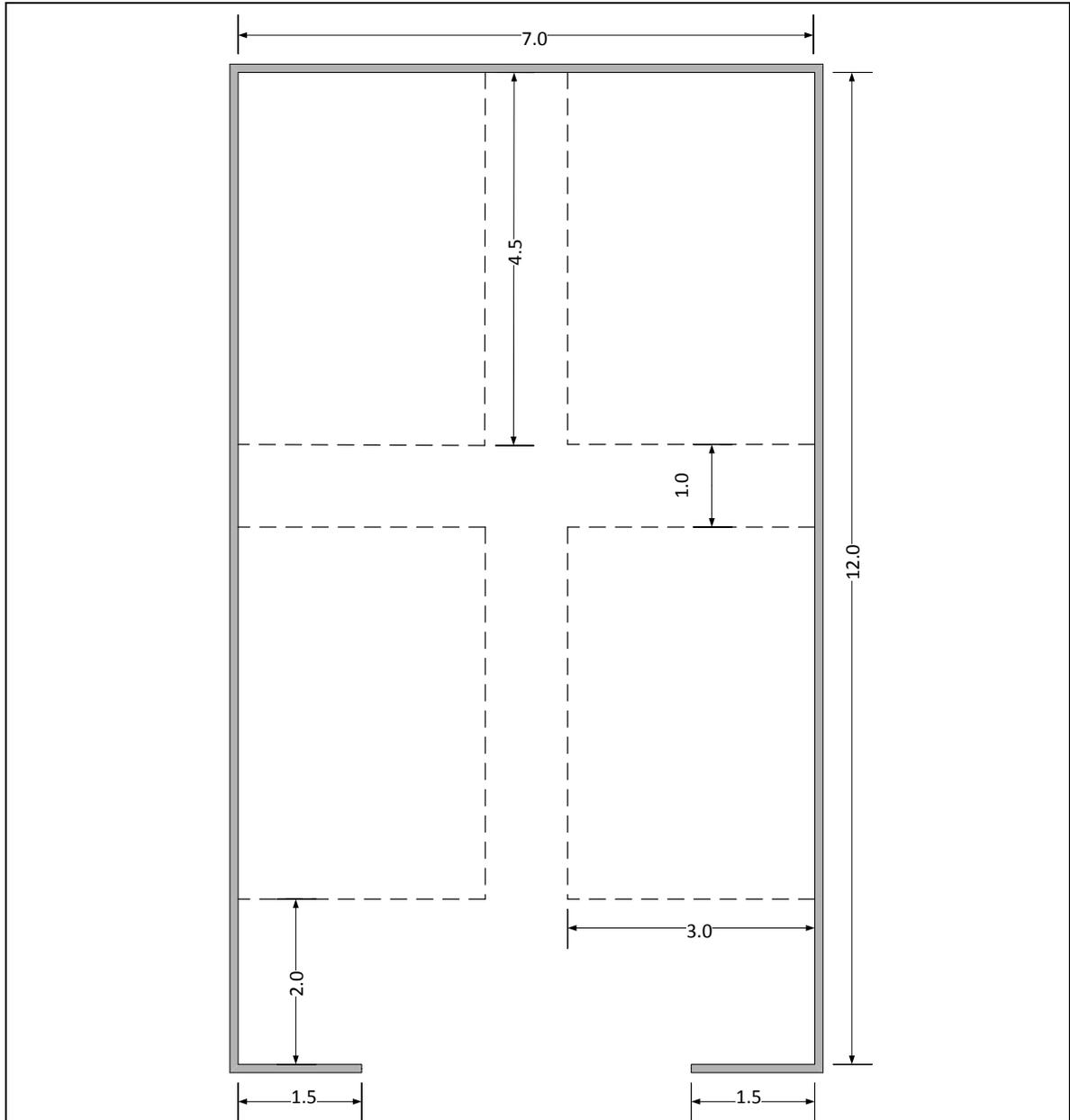
ESCALA:

1:1000

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Área de almacenamiento de textiles (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio

Mendoza García, José Alberto

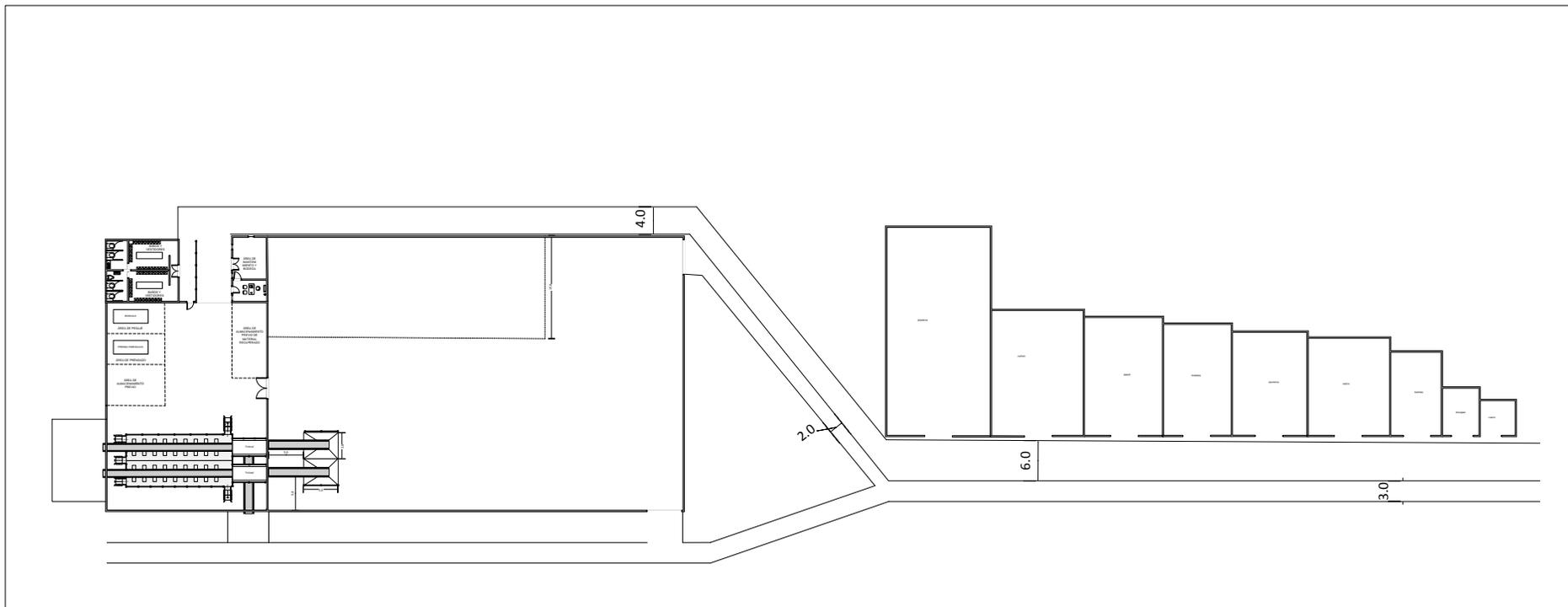
ESCALA:

1:1000

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Planta total (medidas en metros)

PRESENTAN:

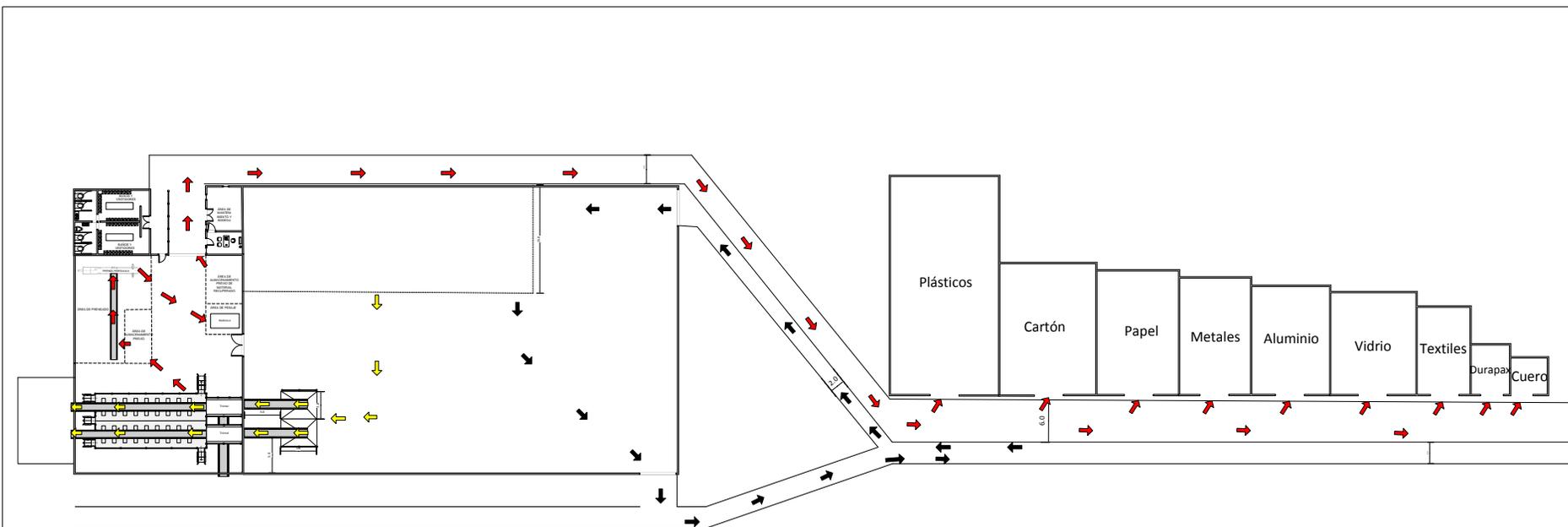
Gutiérrez González, Federico Antonio
Mendoza García, José Alberto

ESCALA:
1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana



PROYECTO: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

CONTENIDO: Recorrido de los materiales (medidas en metros)

PRESENTAN:

Gutiérrez González, Federico Antonio
Mendoza García, José Alberto

ESCALA:
1:500

CENTRO DE ESTUDIO:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

4.5.8 PROGRAMA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

Las personas son muy importantes dentro de los lugares de trabajo; por tal motivo es necesario mantenerlas en condiciones óptimas, eliminando los riesgos de trabajo potenciales, por medio de la promoción de la educación y capacitación de los trabajadores para su prevención. Ya que la protección de la fuerza de trabajo en el país está debidamente reglamentado en el Art. 314 del código de Trabajo.

La higiene y seguridad industrial está definida como un conjunto de conocimientos y técnicas que se emplean con el objeto de evitar accidentes y conservar la salud en el trabajo.

La higiene industrial

Esta tiene como objetivo evitar y controlar las enfermedades profesionales y establecer todo tipo de medidas para preservar la salud y la vida, amenazadas por causas intrínsecas al trabajo y al medio donde se desarrollan, además de proporcionar un ambiente de trabajo adecuado para que los empleados laboren, logrando así que su integridad moral y física no se vea afectada.

La seguridad industrial

Su objetivo es señalar los lugares de riesgo dentro de la planta así como también las posibles formas de evitarlos.

Las instalaciones de la planta de separación de desechos sólidos son ambientes potencialmente peligrosos si no se toman las precauciones correctas durante el diseño y operación. Por el equipamiento y las transportadoras en movimiento que se utilizan en las plantas de separación de desechos sólidos, se debe de conceder una atención especial al flujo de materiales y a la participación de los trabajadores en cada paso del proceso. En la tabla 4.10 se resumen algunos de los aspectos más importantes que hay que tener en cuenta

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

en lo referente a la higiene y seguridad industrial dentro de la planta de separación de desechos sólidos.

Tabla 4.10 Aspectos de higiene y seguridad industrial dentro de la planta de separación de desechos sólidos.

| COMPONENTE | PROCESOS Y ASPECTOS DE SEGURIDAD A OBSERVAR |
|-------------------------------------|---|
| Mecánico | Piezas giratorias de alta velocidad, ejes de transmisión y correas, ruidos de alta intensidad, vidrios rotos y objetos de metal afilados. |
| Eléctrico | Cables, interruptores y controles expuestos; carencia de tomas de tierra. |
| Arquitectónico | Rutas de vehículos y visibilidad, ergonomía de banda transportadora, iluminación, ventilación y drenaje. |
| Operativo | Prácticas de mantenimiento, entrenamiento de seguridad, equipamiento de seguridad y primeros auxilios. |
| Materiales peligrosos | Desechos peligrosos domésticos, peligros biológicos, como productos de sangre humana y organismos patógenos. |
| Equipamiento de protección personal | Guantes a prueba de pinchazos e impermeables, zapatos de seguridad, uniformes (apropiados para el clima), protección ocular y protección contra el ruido. |

Así mismo, la operación de la planta de separación de desechos sólidos deberá desarrollarse bajo las siguientes condiciones:

- a) Cumplir con las disposiciones de higiene y seguridad industrial, control de contaminación del aire, agua y suelo expedidas para el efecto.
- b) Mantener las instalaciones, fachada y acera, limpias de todo desecho sólido.
- c) Asegurar su aislamiento con el exterior, para eliminar problemas de estética, proliferación de vectores y de olores molestos.
- d) Realizar operaciones de carga, descarga y manejo de materiales recuperados, en el interior de las instalaciones.
- e) Desinfectar y desodorizar con la frecuencia que garantice condiciones sanitarias.

En una planta de separación de desechos sólidos, los principales aspectos ambientales que se deben de tener en cuenta son los olores, polvo y el control de vectores; los cual se podría controlar con una limpieza adecuada y periódica de las instalaciones y un almacenamiento correcto de los materiales reciclables.

En lo relacionado a la seguridad de los empleados, se debe de tener claro que existe la obligación de asegurar a los trabajadores con condiciones de trabajo que no representen riesgos para la salud o su vida, y que estén en concordancia con el Código de Trabajo de nuestro país; así mismo, los empleados están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas por la planta.

Para el caso de la instalación que se plantea, como se utiliza separación manual de materiales reciclables, se debe de tener mucho cuidado con la elección de los equipos de protección personal (EPP) que utilizarán los operarios que trabajen en dicha planta. Los EPP se deben de utilizar en función de los riesgos que se presenten en el lugar de trabajo, ya que los mismos deben de ayudar a eliminar o minimizar estos riesgos. Los principales riesgos

que se presentarían en una planta de separación de desechos sólidos son los siguientes:

- Inhalación de olores gases y partículas que pueden causar malestar y enfermedades.
- Cortaduras y pinchaduras con objetos corto punzantes.
- Contaminación de brazos, piernas o cuero cabelludo, debido a contacto con los desechos.

Identificados estos riesgos, podemos definir que los EPP necesarios para los operarios de la planta de separación de desechos sólidos, serían: mascarilla (del tipo adecuado), zapatos de seguridad, guantes, y un uniforme que consistiría en un overol (aunque debido a las condiciones climáticas, se podría utilizar simplemente un mandil) y una gorra. Es muy importante explicar y hacer comprender a los empleados sobre su utilidad y bienestar que se quiere alcanzar al utilizar estos equipos, para que de esta manera no vean su uso como una carga más a sus trabajos.

Un aspecto adicional a considerar es que, cuando se utilizan bandas para la selección de los materiales, es muy importante tener la altura adecuada y cumplir aspectos de ergonomía. De esta forma, los operarios deberán de evitar la carga de bultos muy pesados de material recuperado, para impedir que se presenten lesiones en la espalda o en otras partes del cuerpo por esta razón. Este es uno de los motivos por los cuales se utilizan los carros manuales para transporte del material dentro de la planta, y de esta manera evitar en lo posible el manipuleo manual de cargas pasadas.

En lo referente a la seguridad de las instalaciones, hay que darse cuenta que estamos trabajando con materiales de fácil combustión, como el cartón y el papel, razón por la cual debemos de protegernos contra el fuego. Por este motivo se debe de tener instalados extintores de polvo ABC que protejan contra este tipo de riesgo, preparar al personal para su correcto uso; además que ellos

tengan claro las rutas de escape para cualquier eventualidad que se presente dentro de la planta.

Por otra parte, hay que tener muy claro los riesgos a la salud que se pueden presentar por el manejo de los desechos sólidos, especialmente para los trabajadores que manipularían directamente los mismos.

Los desechos sólidos pueden contener agentes patógenos, que originan diversidad de enfermedades, entre las cuales las más importantes son: poliovirus, hepatitis A, hepatitis B, diarrea, tifoidea, disentería, entre otras. Para que una persona esté en riesgo por los patógenos presentes en los desechos sólidos, deben darse tres condiciones, que son:

- 1) Debe haber una dosis infecciosa del agente patógeno.
- 2) Debe haber una ruta de transmisión de los patógenos a las personas, por ejemplo, aerosoles, vías fecales, contacto de manos a boca, etc.
- 3) La persona no debe ser inmune al agente patógeno.

De las tres condiciones mencionadas, la primera es la más difícil de controlar, ya que esta implica la generación misma del desecho en la fuente. Debido a esto, nos debemos enfocar en controlar las otras dos condiciones. En lo referente a la ruta de transmisión, estas son: inhalación, percutánea e ingestión; las mismas se pueden evitar con una buena higiene y hábitos alimenticios. En caso de tener un almacenamiento inadecuado de los desechos, este sirve de alimento para bichos, moscas, cucarachas, roedores, aves, entre otros, los cuales pueden actuar como portadores pasivos en la transmisión de enfermedades. Por este motivo se debe tener un estricto control sobre estos potenciales portadores de enfermedades, para evitar que los mismos las propaguen no solo a los trabajadores sino a las comunidades que habitan a los alrededores.

La tercera condición de riesgo por los agentes patógenos se le debe de controlar a través de la vacunación del personal que esta potencialmente expuesto a estos agentes. A raíz de este punto es importante, el control médico que se le debe de realizar a los empleados periódicamente y las vacunaciones respectivas, que se realizarían según las recomendaciones de los médicos.

El lugar de trabajo debe de tener un botiquín con los medicamentos indispensables para la atención inmediata de los trabajadores en caso de emergencia por accidentes de trabajo o enfermedad común repentina. Pero este botiquín debe de ir complementado con los conocimientos del personal sobre primeros auxilios, ya que, de que servirían los medicamentos, si no hay quien lo pueda administra.

Adicionalmente a los puntos anteriormente mencionados, es recomendable realizar capacitación periódica al personal de la planta de separación de desechos sólidos, que se enfoca en distintos aspectos de prevención de riesgos a la salud, poniendo mayor énfasis en:

- Control de vectores presentes,
- Posibles enfermedades que se pueden presentar y como evitarlas,
- Normas básicas para prevenir accidentes,
- Importancia sobre el uso de equipos de protección personal,
- Extinción de incendios,
- Identificación de desechos potencialmente peligrosos,
- Entre otros.

4.5.9 ORGANIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO

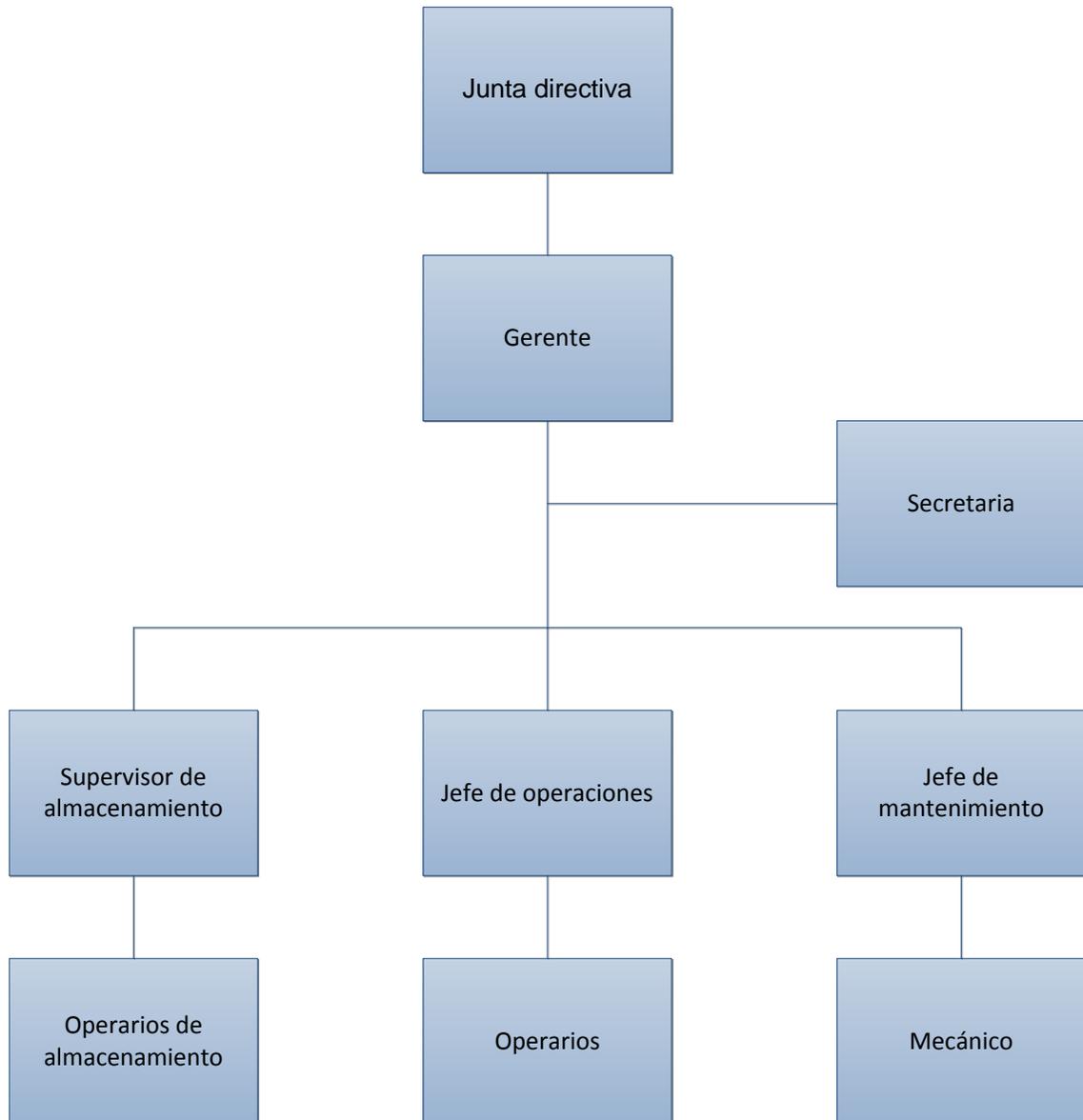
Para la organización del recurso humano es necesario definir la estructura orgánica que es la descripción ordenada de los principales cargos y unidades orgánicas de la dependencia en función de las jerarquías. La estructura orgánica debe corresponder a su presentación gráfica en el organograma, tanto en lo referente al título de las unidades orgánicas como a su nivel jerárquico.

El organograma presenta gráficamente la estructura orgánica y refleja, en forma esquemática, la posición de las unidades orgánicas que la componen y sus respectivas relaciones de autoridad, niveles jerárquicos y canales formales de comunicación.

4.5.9.1 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA PLANTA DE SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Considerando el personal necesario para la instalación de la planta mostrada en la sección del cálculo de la mano de obra, se determina el organograma de la planta de separación de desechos sólidos, que se muestra en la figura 4.4.

Figura 4.4 Organigrama



4.5.9.2 PERFIL DEL RECURSO HUMANO

Debido al tipo de trabajo y la maquinaria utilizada, se puede observar que la empresa requiere del personal idóneo para cada una de las tareas, ya que la inversión a realizar se verá que es alta, y el grado de responsabilidad de cada uno de los que laboren en la empresa será muy importante.

A continuación, se detalla el perfil que debe reunir cada uno de los trabajadores de la planta de separación de desechos sólidos.

| | |
|--------------------|--|
| Nombre del puesto: | Gerente general |
| Nivel académico: | Ingeniero Industrial o Administrador de Empresa. |
| Experiencia: | Indiferente |
| Sexo: | Masculino o femenino. |
| Edad: | 35 años en adelante. |

| | |
|--------------------|----------------------------|
| Nombre del puesto: | Jefe de operaciones |
| Nivel académico: | Ingeniero Industrial. |
| Experiencia: | Indiferente. |
| Sexo: | Masculino o femenino. |
| Edad: | 28 años en adelante. |

| | |
|--------------------|--|
| Nombre del puesto: | Jefe de mantenimiento |
| Nivel académico: | Técnico en ingeniería industrial o mecánica general. |
| Experiencia: | Indiferente. |
| Sexo: | Masculino. |
| Edad: | 28 años en adelante. |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Nombre del puesto: | Mecánico |
| Nivel académico: | Bachiller en mecánica general. |
| Experiencia: | Indiferente. |
| Sexo: | Masculino. |
| Edad: | 19 años en adelante. |

| | |
|--------------------|---------------------------------|
| Nombre del puesto: | Operario |
| Nivel académico: | Noveno grado. |
| Experiencia: | Haber trabajado como pepenador. |
| Sexo: | Masculino o femenino. |
| Edad: | 19 años en adelante. |

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Nombre del puesto: | Supervisor |
| Nivel académico: | Bachiller. |
| Experiencia: | Indiferente. |
| Sexo: | Masculino o femenino. |
| Edad: | 19 años en adelante. |

| | |
|--------------------|--|
| Nombre del puesto: | Motorista |
| Nivel académico: | Bachiller con licencia pesada. |
| Experiencia: | 1 año como motorista de camiones de volqueo. |
| Sexo: | Masculino. |
| Edad: | 19 años en adelante. |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| Nombre del puesto: | Conductor de pala mecánica |
| Nivel académico: | Bachiller. |
| Experiencia: | 1 año en manejo de pala mecánica. |
| Sexo: | Masculino. |
| Edad: | 19 años en adelante. |

| | |
|--------------------|--|
| Nombre del puesto: | Secretaria |
| Nivel académico: | Bachillerato en comercio. |
| Experiencia: | 1 año de experiencia en puestos similares. |
| Sexo: | Femenino. |
| Edad: | 19 años en adelante. |

4.5.10 REQUERIMIENTOS DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA.

Los insumos básicos como la energía eléctrica y el agua son importantes para el funcionamiento de una empresa y para las actividades diarias de los seres humanos, a continuación se detalla los requisitos mínimos de estos dos insumos para la puesta en marcha de la planta de separación de desechos sólidos.

Consumo de energía eléctrica

a) Energía consumida

Se consideran para este cálculo la potencia de los motores, horas de trabajo, y tarifas.

Tabla 4.11 Consumo de energía eléctrica de la maquinaria.

| CONCEPTO | UNIDADES | CONSUMO KW/H POR UNIDAD | CONSUMO KW/DÍA POR UNIDAD | CONSUMO TOTAL KW/DÍA |
|------------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Trómel | 2 | 990 | 7,920 | 15,840 |
| Bandas transportadoras | 2 | 270 | 2,160 | 4,320 |
| Bandas para clasificación | 2 | 270 | 2,160 | 4,320 |
| Prensa hidráulica | 1 | 1,980 | 15,840 | 15,840 |
| Banda para prensa hidráulica | 1 | 198 | 1,584 | 1,584 |
| Electroimán | 1 | 36 | 288 | 288 |
| TOTAL | | | | 42,192 |

Calculo en KW/DÍA de la energía para el proceso: 42,192 KW/DÍA.

- b) Otras áreas. Se considera toda la zona de construcción de la planta y se muestran en la tabla 4.12.

Tabla 4.12 Luminarias utilizadas en la planta.

| DESCRIPCIÓN | NÚMERO DE LÁMPARAS | CONSUMO KW/H POR UNIDAD | CONSUMO KW/DÍA POR UNIDAD | CONSUMO TOTAL KW/DÍA |
|----------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| Recepción de materia prima | 27 | 36 | 324 | 8,748 |
| Clasificación | 4 | 36 | 324 | 1,296 |
| Prensado | 2 | 36 | 324 | 648 |
| Pesado | 2 | 36 | 324 | 648 |
| Almacenaje | 17 | 36 | 324 | 5,508 |
| Oficina administrativa | - | - | - | - |
| Baños y vestidores | 4 | 1.8 | 16.2 | 64.8 |
| Mantenimiento | 5 | 1.8 | 16.2 | 81 |
| TOTAL | | | | 16,993.8 |

Total por energía eléctrica 59,185.8 KW/DÍA.

Consumo de agua

Consumo de agua: se considera.

- Cantidad de agua utilizada por persona para el uso del servicio sanitario 12 lts.
- Cantidad de agua utilizada por persona para lavarse las manos 0.8 lts.
- Número de veces por persona de oficina que se lava las manos 2 veces.
- Número de veces por persona de planta que se lava las manos 3 veces.
- Número de veces por persona que hace uso del servicio sanitario 2 veces.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tomando en cuenta los criterios anteriores se ha determinado:

- Cantidad de agua utilizada por el personal de oficina: 2 personas x 0.8 lts x 2 veces/día = 3.2 lts.
- Cantidad de agua utilizada por el personal de la planta por lavarse las manos: 55 personas x 0.8 lts x 3 veces/día = 132 lts
- Cantidad de agua utilizada por el uso del servicio sanitario: 55 personas x 12 lts x 2 veces/día = 1,320 lts.

La cantidad de agua para el consumo humano diario será:

$$3.2 + 132 + 1,320 = 1,455.20 \text{ lts} = 1.4552 \text{ m}^3$$

Consumo de agua para el lavado de las instalaciones: 1.50 m^3

Requerimiento total de agua diario será: $1.4552 + 1.50 = 2.9552 \text{ m}^3$

El consumo de agua mensual será:

$$2.9552 \text{ m}^3/\text{día} \times 26 \text{ días/mes} = 76.8352 \text{ m}^3$$

CAPITULO V

**ESTUDIO ECONÓMICO Y EVALUACIÓN
ECONÓMICA.**

5.1 INTRODUCCIÓN

La revisión del estudio del mercado del reciclaje nos determina que existe un mercado potencial que cubrir, mientras que la parte técnica nos establece que tecnológicamente no existe impedimento para llevar a cabo el proyecto. La parte del análisis del estudio económico pretende determinar cuál es el capital necesario para ejecutar el proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta e información adicional que servirá para la evaluación económica del proyecto.

Como sea mencionado en capítulos anteriores, nuestro marco de referencia es una asociación denominada ASEMUSA, la cual está integrada por 5 alcaldías del departamento de Santa Ana las cuales contribuyen inicialmente en la construcción de un relleno sanitario en el departamento. Nuestro estudio busca analizar la viabilidad de agregarle una unidad de clasificación de desechos sólidos a dicha asociación constituida.

Para la realización del estudio se recopilaron y tabularon las inversiones y costos involucrados, que nos permiten tener un flujo de caja que nos ayude a la rentabilidad del proyecto, dentro de un marco de tiempo de 9 años.

5.2 ESTUDIO ECONÓMICO

Este pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta, así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

5.2.1 INVERSIÓN FIJA Y DIFERIDA

La inversión fija se refiere a los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinaria, mobiliario y otros; y la inversión diferida es aquella que contempla el conjunto de bienes de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: asistencia técnica, gastos pre-operativos de instalación, puesta en marcha, contratos de servicios.

5.2.1.1 INVERSIÓN FIJA

Dentro de esta se incluye el terreno seleccionado pero como se ha mencionado anteriormente el terreno sobre el que se localiza la instalación de clasificación sería el mismo terreno en donde se encuentra el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana, por tanto no se incurriría en costos de terreno.

Maquinaria y equipo

A continuación se presenta la tabla 5.1 la cual contiene el presupuesto para la construcción y el equipamiento de la planta de clasificación.

Tabla 5.1 Presupuesto de construcción y equipamiento de la planta de clasificación.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|---|--------|----------|-----------------|-------------|
| Instalación provisional 4x3m. | c/u | 1 | 375.00 | 375.00 |
| Limpieza y descapote | m2 | 10,000 | 0.20 | 2,000.00 |
| Excavación en estructuras | m3 | 150 | 6.25 | 937.50 |
| Compactación | m3 | 180 | 17.50 | 3,150.00 |
| Solera de fundación | m | 250 | 37.50 | 9,375.00 |
| Zapatas (50x50x25cm) | m3 | 0.63 | 200.00 | 126.00 |
| Pedestal | m3 | 4.69 | 562.50 | 2,638.12 |
| Tensores 4 1/2" y 3/8" | m3 | 0.3 | 218.75 | 65.62 |
| Estructura de polín | m | 2,200 | 2.91 | 6,402.00 |
| Columnas metálicas, perfiles H de alma llena 8x4x13, altura =6m | m | 90 | 37.50 | 3,375.00 |
| Paredes de block de (15x20x40)cm. | m2 | 2,690.2 | 28.75 | 77,343.25 |
| Aceras | m2 | 776 | 22.50 | 17,460.00 |
| Piso de concreto | m2 | 4,711.7 | 27.50 | 129,571.75 |
| Piso cerámico 33x33 alto trafico | m2 | 107.8 | 16.25 | 1,751.75 |
| Techo de lámina de duralum | m2 | 4,819.5 | 10.00 | 48,195.00 |
| Ventanas colaires | m2 | 40 | 150.00 | 6,000.00 |
| Portón de 5x4.5m, metal | m2 | 3 | 300.00 | 900.00 |
| Portón de 4x4.5m, metal | m2 | 9 | 275.00 | 2,475.00 |
| Puerta de metal de 1.5x2m | c/u | 2 | 150.00 | 300.00 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 5.1 Continuación.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|---|--------|----------|-----------------|-------------------|
| Puerta de metal de 1x1.5m | c/u | 6 | 150.00 | 900.00 |
| Lámparas | c/u | 61 | 750.00 | 45,750.00 |
| Postes de concreto centrifugado de 26 pies | c/u | 4 | 225.00 | 900.00 |
| Toma corriente de 110v (caja, placa y toma doble) | c/u | 20 | 7.50 | 150.00 |
| Subestación | c/u | 1 | 10,000.00 | 10,000.00 |
| Caja de aguas lluvias de 50x50x50cm | c/u | 13 | 187.50 | 2,437.50 |
| Toma corriente de 220v (caja, placa y toma doble) | c/u | 24 | 25.00 | 600.00 |
| Tuberías de aguas lluvias de 6" | m | 100 | 16.66 | 1,666.00 |
| Drenaje de aguas lluvias de 8" | m | 40 | 50.00 | 2,000.00 |
| Drenaje de aguas lluvias de 10" | m | 60 | 62.50 | 3,750.00 |
| Canal de lámina liza calibre 26, con ganchos | m | 161 | 31.25 | 5,031.25 |
| Tuberías de agua potable PVC 1/2" | m | 300 | 3.75 | 1,125.00 |
| Tuberías de aguas negras de 6" | m | 50 | 8.75 | 437.50 |
| Inodoro | c/u | 6 | 187.50 | 1,125.00 |
| Mingitorios | c/u | 2 | 125.00 | 250.00 |
| Lavamanos | c/u | 4 | 75.00 | 300.00 |
| Estructura metálica | c/u | 1 | 30,000.00 | 30,000.00 |
| Fosa séptica | c/u | 1 | 1,500.00 | 1,500.00 |
| Pila para lixiviados | c/u | 1 | 2,000.00 | 2,000.00 |
| TOTAL | | | | 422,363.25 |

Fuente: Elaboración propia, Con la ayuda de estudiantes de Ingeniería Civil y del laudo arbitral.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Todos los precios que se muestra en la tabla anterior incluyen, costos directos, costos indirectos, IVA y porcentaje de utilidad para la empresa licitadora, todo esto hace un total de \$422,363.25.

En la siguiente (tabla 5.2) se muestra el precio de la maquinaria requerida en el proceso de clasificación, estos precios incluyen transporte, introducción al país pagando IVA, instalación en la planta y dos años de garantía.

Tabla 5.2 Precio de maquinaria y equipo a utilizar en el proceso de clasificación.

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (\$) | COSTO TOTAL (\$) |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| Tolva | 2 | 1,000 | 2,000 |
| Banda de transporte de material | 4 | 12,000.00 | 48,000.00 |
| Banda para clasificación | 2 | 15,000.00 | 30,000.00 |
| Trómel | 2 | 56,091.00 | 112,182.00 |
| Prensa hidráulica | 1 | 77,412.89 | 77,412.89 |
| Balanza | 1 | 2,986.00 | 2,986.00 |
| Electroimán | 1 | 5,000.00 | 5,000.00 |
| TOTAL | | | 277,580.89 |

Para realizar el cálculo de la inversión en equipo auxiliar se ha obtenido el número de cada equipo necesario por cada lugar de trabajo. En la tabla 5.3 se define la inversión en equipo auxiliar.

Tabla 5.3 Inversión inicial en equipo auxiliar.

| EQUIPO AUXILIAR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO (\$) | COSTO TOTAL (\$) |
|---|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| Bomba de 1HP | 1 | 2,000 | 2,000 |
| Carro manual de transporte interno de material recuperado | 30 | 50.00 | 1,500.00 |
| Montacargas | 2 | 15,000.00 | 30,000.00 |
| Camiones para transporte de bultos compactados a los almacenes. | 1 | 20,000.00 | 20,000.00 |
| Camiones de volqueo | 3 | 31,384.00 | 94,152.00 |
| Pala mecánica | 2 | 100,163.00 | 200,326.00 |
| TOTAL | | | 347,978.00 |

Mobiliario y equipo de oficina

Como ya se ha mencionado anteriormente, el proyecto ya parte de una asociación ya constituida, por lo que la parte administrativa del proyecto ya se encuentra incluida en esta asociación. Como parte del equipo de oficina que se puede cargar a este proyecto, serían solamente los utilizados por el personal de mantenimiento. La tabla 5.4 presenta los costos de equipo de oficina y mobiliario a incurrir.

Tabla 5.4 Costo de mobiliario y equipo de oficina.

| MOBILIARIO Y EQUIPO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Escritorio | 1 | 125 | 125 |
| Sillas | 2 | 25 | 50 |
| Archivero | 1 | 60 | 60 |
| Basurero | 1 | 1 | 1 |
| Computadora | 1 | 800 | 800 |
| Reloj de pared | 1 | 7.5 | 7.5 |
| Oasis para agua | 2 | 140 | 280 |
| Casilleros | 48 | 7 | 336 |
| TOTAL | | | 1,659.50 |

5.2.1.2 INVERSIÓN DIFERIDA

Esta se lleva a cabo para la contratación e instalación de servicios indispensables para el buen funcionamiento de la planta. La tabla 5.5 muestra la inversión a realizar en activos diferidos.

Tabla 5.5 inversión diferida para la realización de proyecto.

| SERVICIO | INVERSIÓN (\$) |
|---|-----------------------|
| Instalación de energía eléctrica | 4,500.00 |
| Instalación de agua potable | 2,000 |
| Instalación de línea telefónica | 254.00 |
| Instalación de aguas negras | 389.72 |
| Contrato de personal para impartir capacitaciones | 2,000 |
| TOTAL | 9,143.72 |

5.2.1.3 DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN FIJA Y DIFERIDA.

Los cargos de depreciación y amortización son cargos anuales permitidos por las leyes arancelarias para que el inversionista recupere la inversión inicial que ha realizado. Los activos fijos se deprecian y los activos diferidos se amortizan ante la imposibilidad de que disminuya su valor por el uso o por el paso del tiempo. El termino amortización indica la cantidad de dinero que se ha recuperado de la inversión inicial con el paso de los años, el método de depreciación a utilizar es el de la línea recta debido a que este método es el que se utiliza en El Salvador.

Los cargos de depreciación se calculan sobre la base de la vida útil de los activos fijos y mediante los porcentajes por depreciación que el gobierno establece en la Ley del impuesto sobre la renta⁵⁴. Los porcentajes para cada concepto son los siguientes:

| | | | | |
|----------------------------------|-----------|---------|------------|-----|
| ➤ Obra civil | Vida útil | 20 años | Porcentaje | 5% |
| ➤ Maquinaria | Vida útil | 5 años | Porcentaje | 20% |
| ➤ Equipo auxiliar | Vida útil | 4 años | Porcentaje | 25% |
| ➤ Mobiliario y equipo de oficina | Vida útil | 10 años | Porcentaje | 50% |
| ➤ Activos diferidos | Vida útil | 10 años | Porcentaje | 10% |

En la tabla 5.6 se observa la depreciación y amortización de la inversión fija y diferida de la planta de clasificación de desechos sólidos.

⁵⁴ Ley de Impuesto Sobre la Renta, Titulo IV, Capitulo Único, Artículo 30.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 5.6 Depreciación y amortización de activos fijos y diferidos.

| CONCEPTO | INVERSIÓN (\$) | TASA ANUAL (%) | AÑOS | | | | | | | | | VS |
|--------------------------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Obra civil | 422,363.25 | 0.05 | 21,118.16 | 21,118.16 | 21,118.16 | 21,118.16 | 21,118.16 | 21,118.16 | 21,118.16 | 21,118.16 | 21,118.16 | 232,299.79 |
| Maquinaria de producción | 277,580.89 | 0.2 | 55,516.18 | 55,516.18 | 55,516.18 | 55,516.18 | 55,516.18 | | | | | |
| Equipo auxiliar | 347,978.00 | 0.25 | 86,994.50 | 86,994.50 | 86,994.50 | 86,994.50 | | | | | | |
| Mobiliario y equipo de oficina | 1,659.50 | 0.5 | 829.75 | 829.75 | 829.75 | 829.75 | 829.75 | 829.75 | 829.75 | 829.75 | 829.75 | |
| Activos diferidos | 9,143.72 | 0.1 | 914.37 | 914.37 | 914.37 | 914.37 | 914.37 | 914.37 | 914.37 | 914.37 | 914.37 | |
| TOTAL | 1058,725.36 | | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 78,378.46 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 | 232,299.79 |

El valor de salvamento (VS), se calcula restando al valor de adquisición, la depreciación acumulada hasta ese año.

5.2.2 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS

Toda empresa debe de llevar un control detallado de los costos en los que incurre en el transcurso de sus operaciones, ya que este servirá como parámetro para la determinación de la factibilidad del proyecto.

5.2.2.1 COSTOS ADMINISTRATIVOS

Debido a que la planta de separación de desechos sólidos es adicional al nuevo relleno sanitario, se evalúa como unidad operativa adicional a la asociación, que se encarga del manejo de la disposición final de los desechos sólidos; por lo tanto, para efectos de la evaluación del proyecto, se tomara como cero los gastos administrativos, ya que por medio de sinergia, estos son los mismos de la asociación ya constituida. Lo único que podríamos cargar a costos administrativos, podrían ser los útiles de oficina que se utilizaran; en los cuales se estima un costo anual de \$600.

5.2.2.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Los costos de producción son aquellos que se relacionan con el proceso productivo. Estos están formados por los costos de:

- a) Materia prima
- b) Mano de obra directa e indirecta
- c) Insumos
- d) Mantenimiento
- e) Depreciación de maquinaria y equipo
- f) Higiene y seguridad industrial.

a) Materia prima

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

No se incurre en costos de materia prima, ya que se trabaja con los desechos sólidos urbanos, entregados por el sistema de aseo de cada municipio del departamento de Santa Ana.

b) Mano de obra directa e indirecta

Esta incluye la mano de obra que influye directa e indirectamente en el proceso de clasificación.

La mano de obra directa está compuesta por los operarios que trabajan en la planta. La mano de obra indirecta, está reflejada por el personal que realizaría las labores de supervisión del sistema de clasificación de materiales.

Costo de mano de obra directa

En la tabla 5.7 se muestran los costos incurridos por mano de obra directa (anexo 5.1).

Tabla 5.7 Costo de mano de obra directa.

| PERSONAL | CANTIDAD | SALARIO UNITARIO MENSUAL (\$) | COSTO ANUAL TOTAL (\$) |
|--|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Operario de planta | 45 | 230.5 | 133,320 |
| Operario de balanza | 1 | 230.5 | 2,962.67 |
| Operario de pala mecánica | 2 | 253.55 | 6,517.87 |
| Operario de los camiones de volqueo | 3 | 247.79 | 9,554.60 |
| Operario de prensa hidráulica | 1 | 288.12 | 3,703.33 |
| Operario de transporte para almacenaje | 1 | 247.79 | 3,184.87 |
| TOTAL | | | 159,243.33 |

Costo de mano de obra indirecta

La tabla 5.8 muestra el costo de mano de obra indirecta para el proceso de producción, la cual constituye el supervisor de planta.

Tabla 5.8 Costo de mano de obra indirecta.

| PERSONAL | CANTIDAD | SALARIO UNITARIO MENSUAL (\$) | COSTO ANUAL (\$) |
|----------------------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| Supervisor del almacenaje | 1 | 288.12 | 3,703.33 |
| Jefe de operaciones de la planta | 1 | 345.75 | 4,444 |
| TOTAL | | | 8,147.33 |

c) Insumos

Los costos involucrados en esta sección, se refieren más que todo a los servicios básicos y material de limpieza utilizado.

Costo de energía eléctrica.

Tomando la información de las tablas 4.11 y 4.12, se calcula el consumo de energía eléctrica y su respectivo costo (tabla 5.9).

Tabla 5.9 Costo por energía eléctrica por mes.

| CARGO | VALOR (\$) |
|----------------------------|-----------------|
| Cargo por comercialización | 0.93 |
| Cargo por energía | 4,534.56 |
| Cargo por distribución | 1,759.47 |
| TOTAL | 6,294.96 |

Fuente: Los datos obtenidos fueron proporcionados por CLESA El Salvador. Los datos incluyen IVA.

El costo anual de la energía eléctrica es de: $\$6,294.96 \times 12 = \mathbf{\$75,539.52}$

Costo de agua potable

Actualmente el metro cúbico de agua tiene un costo de $\$0.85^{55}$, el cuadro 5.10 muestra el desglose de costos de consumo de agua.

Tabla 5.10 Costos en el consumo de agua.

| CONCEPTO | CONSUMO DIARIO (M ³) | CONSUMO MENSUAL (M ³) | COSTO MENSUAL | COSTO ANUAL |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Consumo humano | 1.4552 | 37.8352 | 32.16 | 385.92 |
| Lavado de las instalaciones | 1.50 | 39.0000 | 33.15 | 397.80 |
| | | | TOTAL | 783.72 |

Costo por combustible

El costo de combustible es el que utilizan los camiones de volqueo y los carritos montacargas y las palas mecánicas, el cual es:

Consumo diario de diésel = 10 galones

Consumo mensual = 300 galones

Consumo anual = 3,600 galones

Costo por galón = \$4.15

Costo total anual = 14,940

⁵⁵ ANDA el Salvador.

Costo de material de limpieza

Los costos de material de limpieza se detallan en la tabla 5.11.

Tabla 5.11 Costo de material de limpieza

| CONCEPTO | PRECIO UNITARIO | UNIDADES AL AÑO | COSTO ANUAL |
|--------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Desinfectante para baños | 5.35 | 72 | 385.20 |
| Trapeador | 2.00 | 2 | 4.00 |
| Escobas | 1.50 | 10 | 15 |
| Mangueras | 750 | 3 | 2,550 |
| TOTAL | | | 2,954.2 |

Costos por empaque

Aquí se presentan los costos por el empackado de todos los materiales a separar menos el hierro que no será empackado.

Los textiles serán empackados en bolsas con un contenido de 50 libras, para ser almacenados. El vidrio se pondrá en recipientes de metal con una capacidad de 1,302 libras. Los plásticos, el aluminio, el papel, el cartón y durapax serán empackados con plástico en forma de hilos.

Tabla 5.12 Costos por empaque.

| EMPAQUE PARA | CANTIDAD | COSTO UNIDAD | COSTO ANUAL (\$) |
|--|----------|--------------|------------------|
| Plástico, aluminio, papel, cartón y durapax. | 200 | 175 | 35,000 |
| Textiles | 60,330 | 0.25 | 15,082.45 |
| Vidrio | 467 | 100 | 46,701.97 |
| TOTAL | | | 96,784.42 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

A continuación se presenta el resumen de todos los costos generados como insumos (tabla 5.13).

Tabla 5.13 Total costo de insumos en sistema de clasificación de materiales.

| CONCEPTO | COSTO ANUAL (\$) |
|---------------------------------|-------------------------|
| Costos de energía eléctrica | 75,539.52 |
| Costos de agua potable | 783.72 |
| Costo por combustible | 14,940 |
| Costo de material para limpieza | 2,954.20 |
| Costo por empaque | 96,784.42 |
| TOTAL | 191,001.86 |

d) Costo por mantenimiento

Este costo está dado por el sueldo devengado por el jefe de mantenimiento y el mecánico encargados del mantenimiento de la maquinaria, el costo de repuestos y herramientas.

El área estará a cargo de 2 personas, el jefe de mantenimiento y el mecánico encargado de hacer el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.

El costo mensual del mecánico y el jefe de mantenimiento se detalla en el anexo 5.1 y se presenta en resumen en la tabla 5.14.

Tabla 5.14 Costos de personal de mantenimiento.

| Puesto | Cantidad | Salario unitario mensual (\$) | Costo anual total (\$) |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Jefe de mantenimiento | 1 | 403.38 | 5,184.67 |
| Mecánico | 1 | 230.50 | 2,962.76 |
| TOTAL | | | 8,147.33 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Repuestos: 5% del total del costo de la maquinaria, según la tabla 5.2.

Repuestos = \$13,608.33

Herramientas = \$1,000

Costo de mantenimiento de vehículo = \$2,000

Mano de obra = \$8,147.33

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO = \$24,755.66

e) Costo por depreciación de maquinaria y equipo

En este apartado se tomará en cuenta la depreciación de la maquinaria de producción. El costo total del año por depreciación para la maquinaria, equipo auxiliar e instalaciones asciende a la cantidad de \$165,372.96.

f) Costo de higiene y seguridad industrial

En la tabla 5.15 se presenta el presupuesto de equipo de protección necesario para los trabajadores de la planta.

Tabla 5.15 Costo de equipo de seguridad industrial.

| CONCEPTO | PRECIO UNITARIO | UNIDADES AL AÑO | COSTO ANUAL (\$) |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Guantes contra pinchos | 5.75 | 792 | 4,554 |
| Mascarillas | 0.65 | 1,584 | 1,029.60 |
| Uniforme | 15 | 100 | 1,500 |
| Botiquín primeros auxilios | 30 | 2 | 60 |
| Extintores | 90 | 4 | 360 |
| Zapatos de seguridad | 20 | 100 | 2,000 |
| Bombas para fumigación | 84 | 2 | 168 |
| Insecticidas | 25 | 100 | 2,500 |
| TOTAL | | | 12,171.60 |

RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

En la tabla 5.16 se muestra el resumen de todos los costos de producción para un año de operaciones de la planta de separación de desechos sólidos.

Tabla 5.16 Costos totales de producción de la planta de separación de desechos sólidos.

| CONCEPTO | COSTO ANUAL(\$) |
|-------------------------------------|-------------------|
| Materia prima | 0.00 |
| Mano de obra directa e indirecta | 167,390.66 |
| Insumos | 191,001.86 |
| Mantenimiento | 24,755.66 |
| Depreciación de maquinaria y equipo | 165,372.96 |
| Higiene y seguridad industrial | 12,171.60 |
| Control higiénico sanitario | 2,000.00 |
| TOTAL | 562,692.74 |

5.2.2.3 COSTOS DE VENTA.

Estos son aquellos en los que se incurre para el mercadeo de los materiales recuperados. Aquí solo se incluyen los costos de telefonía, ya que solo se contactaran las empresas recicladoras que puedan comprar los materia les separados. Para ello se estima un costo anual de \$360.

5.2.2.4 COSTOS FINANCIEROS.

Para cubrir la necesidad económica de implantación de una planta de separación de desechos sólidos, la asociación deberá financiar una inversión inicial de: \$900,000.00 (inversión fija y diferida) a través de una institución

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

financiera a una tasa promedio de 19%⁵⁶ capitalizable anualmente. En la tabla 5.17 se muestra la forma de pago a la institución financiera.

Tabla 5.17 Forma de pago a la institución financiera.

| AÑO | INTERÉS (\$) | ANUALIDAD (\$) | PAGO A CAPITAL (\$) | DEUDA DESPUÉS DE PAGO (\$) |
|--------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 0 | x | x | x | 900,000.00 |
| 1 | 171,000.00 | 216,172.98 | 45,172.98 | 854,827.02 |
| 2 | 162,417.13 | 216,172.98 | 53,755.85 | 801,071.17 |
| 3 | 152,203.52 | 216,172.98 | 63,969.46 | 737,101.71 |
| 4 | 140,049.32 | 216,172.98 | 76,123.66 | 660,978.05 |
| 5 | 125,585.83 | 216,172.98 | 90,587.15 | 570,390.90 |
| 6 | 108,374.27 | 216,172.98 | 107,798.71 | 462,592.19 |
| 7 | 87,892.52 | 216,172.98 | 128,280.47 | 334,311.72 |
| 8 | 63,519.23 | 216,172.98 | 152,653.75 | 181,657.97 |
| 9 | 34,515.01 | 216,172.98 | 181,657.97 | 0.00 |
| TOTAL | 1,045,556.84 | 1,945,556.84 | 900,000.00 | |

5.2.2.5 COSTO TOTAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE SEPARACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.

En la tabla 5.18 se muestra el costo total que tendría la separación de los materiales que se separen en la planta de separación de desechos sólidos.

⁵⁶ Superintendencia del Sistema Financiero.

Tabla 5.18 Costos totales de operación de la planta de separación de desechos sólidos.

| Concepto | Costo (\$) |
|------------------------|-------------------|
| Costos de producción | 562,692.74 |
| Costos de venta | 360.00 |
| Costos financieros | 171,000.00 |
| Costos administrativos | 600.00 |
| TOTAL | 734,652.74 |

5.2.3 DETERMINACIÓN DEL PRECIO DE VENTA.

Los precios de venta de los diferentes materiales son determinados por las empresas que reciclan los cuales se detallan en la siguiente (Tabla 5.19).

Tabla 5.19 Precio de venta de los diferentes materiales a separar por la planta de separación de desechos sólidos.

| MATERIAL | PRECIO DE VENTA \$/LB | PRECIO DE VENTA \$/TON. |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Polietileno tereftalato (PET) | 0.07 | 154.35 |
| Durapax | 0.08 | 771.75 |
| Vidrio | 0.05 | 110.25 |
| Hierro | 0.18 | 22.05 |
| Papel | 0.05 | 110.25 |
| Cartón | 0.01 | 396.9 |
| Aluminio | 0.35 | 132.3 |
| Cuero | 0.06 | 176.4 |
| Textiles | 0.06 | 132.3 |

5.2.4 PUNTO DE EQUILIBRIO.

Con el propósito de conocer la relación que existe entre los costos fijos, variables y los beneficios, se formula el punto de equilibrio para la asociación.

El punto de equilibrio es el nivel de producción en el que los beneficios por ventas son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y variables.

En la tabla 5.20 se muestra el volumen de producción establecido para el primer año y a continuación se detallan los costos tanto fijos como los variables en la tabla 5.21.

Tabla 5.20 Volumen de producción anual.

| MATERIAL | VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (TON) | PRECIO DE VENTA \$/TON. | INGRESOS (\$) |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Plástico | 5,868.38 | 154.35 | 905,784.45 |
| Aluminio | 912.50 | 771.75 | 704,221.88 |
| Papel | 3,257.34 | 110.25 | 359,121.74 |
| Cartón | 2,838.61 | 22.05 | 62,591.35 |
| Vidrio | 2,093.43 | 110.25 | 230,800.66 |
| Hierro | 2,721.91 | 396.9 | 1,080,326.08 |
| Cuero | 798.66 | 132.3 | 105,662.72 |
| Durapax | 661.08 | 176.4 | 116,614.51 |
| Textiles | 1,935.38 | 132.3 | 256,050.77 |
| TOTAL | 21,087.29 | | 3,821,174.15 |

Tabla 5.21 Clasificación de los costos anuales.

| MATERIALES | RESUMEN DE COSTOS ANUALES | | |
|--------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| | COSTOS FIJOS | COSTOS VARIABLES | TOTAL |
| Plástico | 151,292.59 | 53,153.90 | 204,446.49 |
| Aluminio | 23,525.22 | 8,265.16 | 31,790.37 |
| Papel | 83,977.29 | 29,503.90 | 113,481.19 |
| Cartón | 73,182.20 | 25,711.24 | 98,893.44 |
| Vidrio | 53,970.67 | 18,961.61 | 72,932.28 |
| Hierro | 70,173.35 | 24,654.13 | 94,827.49 |
| Cuero | 20,590.23 | 7,234.00 | 27,824.24 |
| Durapax | 17,043.33 | 5,987.86 | 23,031.19 |
| Textiles | 49,896.00 | 17,530.05 | 67,426.05 |
| TOTAL | 543,650.88 | 191,001.86 | 734,652.74 |

Calculo de punto de equilibrio

Para calcular el punto de equilibrio se utilizó el método matemático, el cual viene dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Punto de equilibrio (\$)} = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{P*Q}} \quad 57$$

Dónde:

CF = Costos fijos totales.

⁵⁷ Libro Evaluación de Proyectos, Gabriel Baca Urbina, 4ta Edición, McGraw Hill, 2001, México.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

CV = Costos variables totales.

P = Precio de venta.

Q = Producción total.

Tabla 5.22 Punto de equilibrio.

| MATERIAL | \$ | TONELADAS | PORCENTAJE DE LA PRODUCCIÓN ANUAL |
|-----------------|------------|------------------|--|
| Plástico | 160724.33 | 1,041.30 | 17.7% |
| Aluminio | 23,804.60 | 30.84 | 3.4% |
| Papel | 91,494.05 | 829.88 | 25.5% |
| Cartón | 124,201.70 | 5,632.73 | 198.4% |
| Vidrio | 58,801.55 | 533.35 | 25.5% |
| Hierro | 71,812.18 | 180.93 | 6.6% |
| Cuero | 22,103.51 | 167.07 | 20.9% |
| Durapax | 17,965.83 | 101.85 | 15.4% |
| Textiles | 53,563.10 | 404.86 | 20.9% |

El punto de equilibrio es 8,922.81 toneladas o \$624,470.86, es decir que cuando se cumplen estas cantidades toneladas o monetarias es el punto donde los costos totales se igualan a los ingresos.

5.2.5 CAPITAL DE TRABAJO.

El capital de trabajo es el dinero necesario para que la planta inicie sus operaciones hasta que reciba los ingresos necesarios para su funcionamiento, dicho capital de trabajo corresponderá a la cantidad necesaria para poder operar en el primer mes.

Tabla 5.23 Capital de trabajo necesario para iniciar operaciones en la planta de separación de desechos sólidos.

| CONCEPTO | MONTO (\$) |
|---------------------------|-------------------|
| Costo de producción | 46,891.06 |
| Costo de venta | 30.00 |
| Costos financieros | 14,250.00 |
| Costos administrativos | 50.00 |
| Total | 51,466.75 |
| (-) Depreciación. | 13,781.08 |
| CAPITAL DE TRABAJO | 47,439.98 |

El capital de trabajo necesario para iniciar las operaciones la planta de separación de desechos sólidos es de \$47,439.98. Este será financiado por las municipalidades que conforman ASEMUSA.

5.2.6 ESTADOS FINANCIEROS.

Los estados financieros son aquellos que sirven para conocer la situación financiera de la empresa para un periodo de tiempo determinado, para la planta de separación de desechos sólidos se presenta el estado de resultados pro-forma y el balance general inicial.

5.2.6.1 ESTADO DE RESULTADOS PRO-FORMA.

El estado de resultados o estado de pérdidas y ganancias pro-forma es aquel en el que se proyecta los ingresos y egresos, teniendo como finalidad calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo (FNE) los cuales se utilizarán para la evaluación económica.

La tabla 5.24 se presenta el estado de resultados pro-forma para los 9 años del horizonte de planeación del proyecto, el cual considera la inflación de 3.18% anual.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 5.24 Estado de resultados de la planta de separación de desechos sólidos.

| CONCEPTO | AÑOS | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| (+) Ingreso | 3,821,174.15 | 3,942,687.49 | 4,068,064.95 | 4,197,429.42 | 4,330,907.67 | 4,468,630.53 | 4,610,732.99 | 4,757,354.29 | 4,908,638.16 |
| (-) Costo de producción | 562,692.74 | 580,586.37 | 599,049.02 | 618,098.77 | 637,754.32 | 658,034.90 | 678,960.41 | 700,551.35 | 722,828.89 |
| (=) Utilidad bruta | 3,258,481.41 | 3,362,101.12 | 3,469,015.93 | 3,579,330.64 | 3,693,153.36 | 3,810,595.63 | 3,931,772.57 | 4,056,802.94 | 4,185,809.27 |
| (-) Costos administrativos | 600.00 | 619.08 | 638.77 | 659.08 | 680.04 | 701.66 | 723.98 | 747.00 | 770.75 |
| (-) Costos de venta | 360.00 | 371.45 | 383.26 | 395.45 | 408.02 | 421.00 | 434.39 | 448.20 | 462.45 |
| (-) Costos financieros | 171,000.00 | 162,417.13 | 152,203.52 | 140,049.32 | 125,585.83 | 108,374.27 | 87,892.52 | 63,519.23 | 34,515.01 |
| (=) Utilidad antes de impuestos (UAI) | 3,086,521.41 | 3,198,693.46 | 3,315,790.39 | 3,438,226.79 | 3,566,479.46 | 3,701,098.70 | 3,842,721.69 | 3,992,088.51 | 4,150,061.06 |
| (-) Renta 25% | 771,630.35 | 799,673.37 | 828,947.60 | 859,556.70 | 891,619.87 | 925,274.68 | 960,680.42 | 998,022.13 | 1,037,515.26 |
| (=) Utilidad después de impuestos | 2,314,891.06 | 2,399,020.10 | 2,486,842.79 | 2,578,670.10 | 2,674,859.60 | 2,775,824.03 | 2,882,041.27 | 2,994,066.38 | 3,112,545.79 |
| (+) Depreciación | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 78,378.46 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 |
| (=) Flujo neto de efectivo (FNE)(\$) | 2,480,264.02 | 2,564,393.06 | 2,652,215.75 | 2,744,043.06 | 2,753,238.06 | 2,798,686.31 | 2,904,903.55 | 3,016,928.67 | 3,135,408.08 |

5.2.6.2 BALANCE GENERAL INICIAL.

El balance general es la presentación escrita de los recursos y deudas previstas por la empresa, con el propósito de mostrar la futura situación financiera de la empresa al cierre de sus libros a una fecha determinada.

El balance general está constituido por tres grandes rubros que son: activos, pasivos y capital. El activo son todos los recursos con que cuenta la empresa para efectuar sus operaciones. El pasivo son las obligaciones que posee la empresa con terceros y el capital es la participación de los socios o dueños de la empresa, en la tabla 5.25 se muestra el balance general inicial de la planta de separación de desechos sólidos.

Tabla 5.25 Balance general inicial de la planta de separación de desechos sólidos.

| 1. ACTIVO | | 2. PASIVO | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| CIRCULANTE | | CIRCULANTE | |
| Caja y bancos | 47,439.98 | Cuentas por pagar | 45,172.98 |
| FIJO | | FIJO | |
| Obra civil | 422,363.25 | Cuentas por pagar | 854,827.02 |
| Maquinaria de Producción | 277,580.89 | | |
| Equipo auxiliar | 347,978.00 | TOTAL PASIVO | 1,058,725.36 |
| Mobiliario y equipo de Oficina | 1,659.50 | 3. CAPITAL | 47,439.98 |
| Subtotal | 1,097,021.62 | | |
| DIFERIDO | 9,143.72 | | |
| | | TOTAL | |
| TOTAL DE ACTIVOS | 1,106,165.34 | PASIVO+CAPITAL | 1,106,165.34 |

5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica es el punto culminante en todo estudio de factibilidad y tiene como objetivo medir la rentabilidad del proyecto. En esta sección se evaluará al proyecto desde el método de: Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

5.3.1 CÁLCULO DE LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR).

La TMAR debe ser la tasa máxima que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo. Realizando un balanceo neto entre el rendimiento bancario y la inflación, siempre habrá una pérdida neta del poder adquisitivo o valor real de la moneda si se mantiene el dinero invertido en un banco. La TMAR se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\text{TMAR} = i + f + if$$

Dónde:

i= tasa de interés como premio al riesgo.

f= tasa de inflación anual.

La tasa de interés como premio al riesgo será de 30%, la tasa de inflación anual será el promedio de la tasa de inflación proyectada para el horizonte de planeación del proyecto, esta equivale a 3.18%.

$$\text{TMAR} = 0.30 + 0.0318 + (0.30 \cdot 0.0318)$$

$$\text{TMAR} = 0.4272$$

$$\text{TMAR} = 42.72\%.$$

La TMAR para los inversionistas es de 42.72% y para los bancos es de 19% que se definió en los costos financieros. Para definir la TMAR mixta se tomara en cuenta la TMAR de los bancos y la TMAR de los inversionistas, según la participación de cada uno en la inversión. La inversión total es de \$1,106,200.00 de lo cual \$900,000.00 (81.4% de la inversión total) será financiada por los bancos y \$206,200.00 (18.6% de la inversión inicial) por los inversionistas.

El cálculo de la TMAR mixta viene dada por:

TMAR mixta = (% de aportación institución financiera)(TMAR institución financiera) + (% de aportación inversionistas)(TMAR de los inversionistas).

Sustituyendo datos tenemos:

$$\text{TMAR mixta} = (0.814)(0.19) + (0.186)(0.4272)$$

$$\text{TMAR mixta} = 23.4\%$$

5.3.2 CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN).

El valor presente neto es una cantidad monetaria en el momento actual, tiempo igual a cero, que es equivalente al flujo de efectivo de una inversión a una tasa específica de interés. El proyecto para ser aceptado debe tener un VPN mayor que cero.

El VPN se calcula por medio de la formula siguiente:

$$\text{VPN} = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P^{58}$$

Dónde:

FNE = Flujo Neto de Efectivo.

⁵⁸ Ingeniería Económica. Paul de Garmo.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

VS =Valor de Salvamento.

P = Inversión Inicial.

i = TMAR

En la tabla 5.26 se muestran los FNE para los años 2013-2021.

Tabla 5.26 Flujo neto de efectivo para la planta de separación de desechos sólidos.

| Año | Flujo neto de efectivo (FNE)(\$) |
|------|----------------------------------|
| 2013 | 2,480,264.02 |
| 2014 | 2,564,393.06 |
| 2015 | 2,652,215.75 |
| 2016 | 2,744,043.06 |
| 2017 | 2,753,238.06 |
| 2018 | 2,798,686.31 |
| 2019 | 2,904,903.55 |
| 2020 | 3,016,928.67 |
| 2021 | 3,135,408.08 |

El VPN se calcula como sigue:

$$\begin{aligned}
 \text{VPN} = & \frac{2,480,264.02}{(1+i)} + \frac{2,564,393.06}{(1+i)^2} + \frac{2,652,215.75}{(1+i)^3} + \frac{2,744,043.06}{(1+i)^4} + \frac{2,753,238.06}{(1+i)^5} + \frac{2,798,686.31}{(1+i)^6} + \\
 & \frac{2,904,903.55}{(1+i)^7} + \frac{3,016,928.67}{(1+i)^8} + \frac{(3,135,408.08 + 232,299.79)}{(1+i)^9} - 1,106,165.34
 \end{aligned}$$

VPN =\$8,672,817.28

Por lo tanto con este método de evaluación se da por factible este proyecto de factibilidad de la planta de separación de desechos sólidos ya que se obtuvo un VPN mayor que cero e igual a \$8,672,817.28

5.3.3 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

La tasa interna de retorno es un índice de rentabilidad que reduce a cero el valor presente neto. Para que el proyecto sea factible por este método es necesario que la TIR sea mayor que la TMAR.

La TIR se calcula como sigue:

$$\text{VPN} = 0 = \frac{2,480,264.02}{(1+i)} + \frac{2,564,393.06}{(1+i)^2} + \frac{2,652,215.75}{(1+i)^3} + \frac{2,744,043.06}{(1+i)^4} + \frac{2,753,238.06}{(1+i)^5} + \frac{2,798,686.31}{(1+i)^6} + \frac{2,904,903.55}{(1+i)^7} + \frac{3,016,928.67}{(1+i)^8} + \frac{(3,135,408.08 + 232,299.79)}{(1+i)^9} - 1,106,165.34$$

Resolviendo para i se tiene:

$$i \text{ (TIR)} = 228\%$$

Luego de obtener el resultado de la tasa interna de rendimiento (TIR = 228%) se concluye que el proyecto es factible ya que la TIR es mayor que la TMAR (23.4%).

5.3.4 RAZÓN BENEFICIO – COSTO (B/C).

Este es el cociente entre los ingresos (tabla 5.27) de un proyecto versus los egresos de este. El coeficiente aceptado para esta razón debe ser mayor que uno.

La razón beneficio costo de este proyecto es:

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 5.27 Beneficios netos actualizados para la planta de separación de desechos sólidos.

| | BENEFICIOS NETOS ACTUALIZADOS | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Año | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Beneficios | 3086,521.41 | 3198,693.46 | 3315,790.39 | 3438,226.79 | 3566,479.46 | 3701,098.70 | 3842,721.69 | 3992,088.51 | 4150,061.06 |
| Beneficios netos actualizados | 2563567.06 | 2206598.914 | 1899823.409 | 1636198.822 | 1409667.449 | 1215018.805 | 1047771.674 | 904072.5271 | 780607.9778 |

$$B/C = \frac{13,663,326.64}{1,106,165.34}$$

$$B/C = 12.35$$

Significa entonces que por cada dólar invertido se obtiene 11.35 dólares de ganancia por lo tanto el proyecto es mucho más factible económicamente de lo esperado.

5.3.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

El análisis de sensibilidad tiene por finalidad mostrar los efectos que sobre la tasa de retorno (TIR) tendría una variación o cambio en el valor de una o más de las variables de costo o ingreso que inciden en el proyecto (por ejemplo la tasa de interés, el volumen y/o precio de ventas, el costo de la mano de obra, el de la tasa de impuestos, el monto de capital, etc.), y a la vez, mostrar la holgura con que se cuenta para su realización ante eventuales cambios de tales variables en el mercado.

Con el fin de evaluar los diferentes escenarios que pueden acontecer en la realidad, se alteran ciertas variables que se consideran críticas para el funcionamiento de la empresa.

5.3.5.1 SENSIBILIDAD DE LA PLANTA AL PRESENTAR UN 80% EN VENTAS, ES DECIR UN DECREMENTO DEL 20% EN LAS MISMAS.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 5.28 Estado de resultados proforma con ventas del 80%.

| CONCEPTO | AÑOS | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| (+) Ingreso | 3056,939.32 | 3154,149.99 | 3254,451.96 | 3357,943.53 | 3464,726.14 | 3574,904.43 | 3688,586.39 | 3805,883.44 | 3926,910.53 |
| (-) Costo de producción | 562,692.74 | 580,586.37 | 599,049.02 | 618,098.77 | 637,754.32 | 658,034.90 | 678,960.41 | 700,551.35 | 722,828.89 |
| (=) Utilidad bruta | 2494,246.58 | 2573,563.62 | 2655,402.94 | 2739,844.76 | 2826,971.82 | 2916,869.53 | 3009,625.98 | 3105,332.08 | 3204,081.64 |
| (-) Costos administrativos | 600.00 | 619.08 | 638.77 | 659.08 | 680.04 | 701.66 | 723.98 | 747.00 | 770.75 |
| (-) Costos de venta | 360.00 | 371.45 | 383.26 | 395.45 | 408.02 | 421.00 | 434.39 | 448.20 | 462.45 |
| (-) Costos financieros | 171,000.00 | 162417.13 | 152203.52 | 140049.32 | 125585.83 | 108374.27 | 87892.52 | 63519.23 | 34515.01 |
| (=) Utilidad antes de impuestos (UAI) | 2322,286.58 | 2410,155.96 | 2502,177.40 | 2598,740.91 | 2700,297.93 | 2807,372.59 | 2920,575.09 | 3040,617.65 | 3168,333.43 |
| (-) Renta 25% | 580,571.65 | 602,538.99 | 625,544.35 | 649,685.23 | 675,074.48 | 701,843.15 | 730,143.77 | 760,154.41 | 792,083.36 |
| (=) Utilidad después de impuestos | 1741,714.94 | 1807,616.97 | 1876,633.05 | 1949,055.68 | 2025,223.45 | 2105,529.45 | 2190,431.32 | 2280,463.24 | 2376,250.07 |
| (+) Depreciación | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 78,378.46 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 |
| (=) Flujo neto de efectivo (FNE)(\$) | 1907,087.90 | 1972,989.93 | 2042,006.01 | 2114,428.64 | 2103,601.91 | 2128,391.73 | 2213,293.60 | 2303,325.53 | 2399,112.35 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Al realizar los cálculos del VAN, TIR y la razón beneficio/costo se obtiene lo siguiente:

$$VPN = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$VPN = \$6,404,431.70$$

$$VPN = 0 = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$TIR = 176\%$$

$$\text{Razón B/C} = 8.47$$

Es decir que el proyecto aún es aceptable. Ya que los flujos de efectivo generados a lo largo del proyecto son mayores que la inversión, es decir, si genera ganancias. También la tasa de rendimiento es mayor que la esperada por los inversionistas.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

5.3.5.2 SENSIBILIDAD DE LA PLANTA AL PRESENTAR UN 50% EN VENTAS, ES DECIR UN DECREMENTO DEL 50% EN LAS MISMAS.

Tabla 5.29 Estado de resultados proforma con ventas del 50%.

| concepto | años | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| (+) Ingreso | 1910,587.08 | 1971,343.74 | 2034,032.48 | 2098,714.71 | 2165,453.84 | 2234,315.27 | 2305,366.49 | 2378,677.15 | 2454,319.08 |
| (-) Costo de producción | 562,692.74 | 580,586.37 | 599,049.02 | 618,098.77 | 637,754.32 | 658,034.90 | 678,960.41 | 700,551.35 | 722,828.89 |
| (=) Utilidad bruta | 1347,894.34 | 1390,757.37 | 1434,983.46 | 1480,615.93 | 1527,699.52 | 1576,280.36 | 1626,406.08 | 1678,125.79 | 1731,490.19 |
| (-) Costos administrativos | 600.00 | 619.08 | 638.77 | 659.08 | 680.04 | 701.66 | 723.98 | 747.00 | 770.75 |
| (-) Costos de venta | 360.00 | 371.45 | 383.26 | 395.45 | 408.02 | 421.00 | 434.39 | 448.20 | 462.45 |
| (-) Costos financieros | 171,000.00 | 162417.13 | 152203.52 | 140049.32 | 125585.83 | 108374.27 | 87892.52 | 63519.23 | 34515.01 |
| (=) Utilidad antes de impuestos (UAI) | 1175,934.34 | 1227,349.72 | 1281,757.91 | 1339,512.09 | 1401,025.63 | 1466,783.43 | 1537,355.20 | 1613,411.37 | 1695,741.98 |
| (-) Renta 25% | 293,983.58 | 306,837.43 | 320,439.48 | 334,878.02 | 350,256.41 | 366,695.86 | 384,338.80 | 403,352.84 | 423,935.49 |
| (=) Utilidad después de impuestos | 881,950.75 | 920,512.29 | 961,318.43 | 1004,634.06 | 1050,769.22 | 1100,087.57 | 1153,016.40 | 1210,058.52 | 1271,806.48 |
| (+) Depreciación | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 78,378.46 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 |
| (=) Flujo neto de efectivo (FNE)(\$) | 1047,323.71 | 1085,885.25 | 1126,691.39 | 1170,007.02 | 1129,147.68 | 1122,949.86 | 1175,878.68 | 1232,920.81 | 1294,668.77 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Al realizar los cálculos del VAN, TIR y la razón beneficio/costo se obtiene lo siguiente:

$$VPN = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$VPN = \$3,001,801.34$$

$$VPN = 0 = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$TIR = 98\%$$

$$\text{Razón B/C} = 4.37$$

Es decir que el proyecto aún es aceptable. Ya que los flujos de efectivo generados a lo largo del proyecto son mayores que la inversión, es decir, si genera ganancias. También la tasa de rendimiento es mayor que la esperada por los inversionistas.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

5.3.5.3 SENSIBILIDAD DE LA PLANTA AL PRESENTAR UN 20% EN VENTAS, ES DECIR UN DECREMENTO DEL 80% EN LAS MISMAS.

Tabla 5.30 Estado de resultados proforma con ventas del 20%.

| CONCEPTO | AÑOS | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| (+) Ingreso | 764,234.83 | 788,537.50 | 813,612.99 | 839,485.88 | 866,181.53 | 893,726.11 | 922,146.60 | 951,470.86 | 981,727.63 |
| (-) Costo de producción | 562,692.74 | 580,586.37 | 599,049.02 | 618,098.77 | 637,754.32 | 658,034.90 | 678,960.41 | 700,551.35 | 722,828.89 |
| (=) Utilidad bruta | 201,542.09 | 207,951.13 | 214,563.97 | 221,387.11 | 228,427.22 | 235,691.20 | 243,186.18 | 250,919.51 | 258,898.75 |
| (-) Costos administrativos | 600.00 | 619.08 | 638.77 | 659.08 | 680.04 | 701.66 | 723.98 | 747.00 | 770.75 |
| (-) Costos de venta | 360.00 | 371.45 | 383.26 | 395.45 | 408.02 | 421.00 | 434.39 | 448.20 | 462.45 |
| (-) Costos financieros | 171,000.00 | 162417.13 | 152203.52 | 140049.32 | 125585.83 | 108374.27 | 87892.52 | 63519.23 | 34515.01 |
| (=) Utilidad antes de impuestos (UAI) | 29,582.09 | 44,543.47 | 61,338.43 | 80,283.26 | 101,753.33 | 126,194.27 | 154,135.30 | 186,205.08 | 223,150.53 |
| (-) Renta 25% | 7,395.52 | 11,135.87 | 15,334.61 | 20,070.82 | 25,438.33 | 31,548.57 | 38,533.83 | 46,551.27 | 55,787.63 |
| (=) Utilidad después de impuestos | 22,186.57 | 33,407.60 | 46,003.82 | 60,212.45 | 76,315.00 | 94,645.70 | 115,601.48 | 139,653.81 | 167,362.90 |
| (+) Depreciación | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 165,372.96 | 78,378.46 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 |
| (=) Flujo neto de efectivo (FNE)(\$) | 187,559.53 | 198,780.56 | 211,376.78 | 225,585.41 | 154,693.46 | 117,507.99 | 138,463.76 | 162,516.09 | 190,225.18 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Al realizar los cálculos del VAN, TIR y la razón beneficio/costo se obtiene lo siguiente:

$$VPN = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$VPN = (\$400,829.03)$$

$$VPN = 0 = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$TIR = 11\%$$

$$\text{Razón B/C} = 0.27$$

Es decir que el proyecto no es aceptable. Ya que los flujos de efectivo generados a lo largo del proyecto son menores que la inversión, es decir, si genera pérdidas. También la tasa de rendimiento es menor que la esperada por los inversionistas y la razón beneficio costo es menor que uno por lo tanto el proyecto al alcanzar ingresos máximos de 20% por la venta de materiales separados, el proyecto ya no es rentable.

5.3.5.4 SENSIBILIDAD DE LA PLANTA AL PRESENTAR UN INCREMENTO DEL 30% EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, ADMINISTRATIVOS, Y UN AUMENTO EN LA TASA EFECTIVA DE 66.25% DE LOS GASTOS FINANCIEROS.

Para esta evaluación se consideró el banco Davivienda debido a que el banco tiene la capacidad de préstamo del monto, el beneficio del periodo de pago de 9 años y es la tasa efectiva mayor (66.25%) presentada por los bancos que clasifican para otorgar el monto requerido para el proyecto.

Tabla 5.31 Pago de interés

| AÑO | INTERÉS (\$) | ANUALIDAD (\$) | PAGO A CAPITAL (\$) | DEUDA DESPUÉS DE PAGO (\$) |
|--------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 0 | x | x | x | 900,000.00 |
| 1 | 596,250.00 | 602,459.74 | 6,209.74 | 893,790.26 |
| 2 | 592,136.05 | 602,459.74 | 10,323.69 | 883,466.58 |
| 3 | 585,296.61 | 602,459.74 | 17,163.13 | 866,303.45 |
| 4 | 573,926.04 | 602,459.74 | 28,533.70 | 837,769.75 |
| 5 | 555,022.46 | 602,459.74 | 47,437.28 | 790,332.47 |
| 6 | 523,595.26 | 602,459.74 | 78,864.47 | 711,468.00 |
| 7 | 471,347.55 | 602,459.74 | 131,112.19 | 580,355.81 |
| 8 | 384,485.72 | 602,459.74 | 217,974.01 | 362,381.80 |
| 9 | 240,077.94 | 602,459.74 | 362,381.80 | 0.00 |
| TOTAL | 4522,137.62 | 5422,137.62 | 900,000.00 | |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Tabla 5.32 Estado de resultados proforma, con un incremento en los costos de producción, administrativos y los financieros.

| CONCEPTO | AÑOS | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| (+) Ingreso | 3821,174.15 | 3942,687.49 | 4068,064.95 | 4197,429.42 | 4330,907.67 | 4468,630.53 | 4610,732.99 | 4757,354.29 | 4908,638.16 |
| (-) Costo de producción | 626,921.32 | 646,857.42 | 667,427.48 | 688,651.68 | 710,550.80 | 733,146.32 | 756,460.37 | 780,515.81 | 805,336.21 |
| (=) Utilidad bruta | 3194,252.83 | 3295,830.07 | 3400,637.47 | 3508,777.74 | 3620,356.87 | 3735,484.22 | 3854,272.62 | 3976,838.48 | 4103,301.95 |
| (-) Costos administrativos | 780.00 | 804.80 | 830.40 | 856.80 | 884.05 | 912.16 | 941.17 | 971.10 | 1,001.98 |
| (-) Costos de venta | 360.00 | 371.45 | 383.26 | 395.45 | 408.02 | 421.00 | 434.39 | 448.20 | 462.45 |
| (-) Costos financieros | 596,250.00 | 592,136.05 | 585,296.61 | 573,926.04 | 555,022.46 | 523,595.26 | 471,347.55 | 384,485.72 | 240,077.94 |
| (=) Utilidad antes de impuestos (UAI) | 2596,862.83 | 2702,517.77 | 2814,127.20 | 2933,599.45 | 3064,042.34 | 3210,555.80 | 3381,549.51 | 3590,933.47 | 3861,759.58 |
| (-) Renta 25% | 649,215.71 | 675,629.44 | 703,531.80 | 733,399.86 | 766,010.58 | 802,638.95 | 845,387.38 | 897,733.37 | 965,439.89 |
| (=) Utilidad después de impuestos | 1947,647.12 | 2026,888.33 | 2110,595.40 | 2200,199.58 | 2298,031.75 | 2407,916.85 | 2536,162.13 | 2693,200.10 | 2896,319.68 |
| (+) Depreciación | 86,671.42 | 86,671.42 | 86,671.42 | 86,671.42 | 41,794.41 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 | 22,862.28 |
| (=) Flujo neto de efectivo (FNE)(\$) | 2034,318.54 | 2113,559.74 | 2197,266.82 | 2286,871.00 | 2339,826.17 | 2430,779.13 | 2559,024.42 | 2716,062.38 | 2919,181.97 |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Al realizar los cálculos del VAN, TIR y la razón beneficio/costo se obtiene lo siguiente:

$$VPN = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$VPN = \$7,159,531.25$$

$$VPN = 0 = \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_6}{(1+i)^6} + \frac{FNE_7}{(1+i)^7} + \frac{FNE_8}{(1+i)^8} + \frac{(FNE_9+VS)}{(1+i)^9} - P$$

$$TIR = 188\%$$

$$\text{Razón B/C} = 9.63$$

Para el proyecto se observan disminuciones en los flujos netos de efectivo cuando se presenta un monto del 30% en los costos de producción y administración, así como también el aumento en la tasa efectiva, a pesar de ello los flujos netos de efectivo proyectados a lo largo del periodo muestra que aún siguen siendo mayores que la inversión por lo tanto se puede cumplir con las obligaciones financieras y generar una considerable ganancia.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El precio de compra de los materiales por parte de las empresas recicladoras son: plástico \$0.08, papel \$0.05, vidrio \$0.05 y aluminio \$0.35; estos precios son superiores al precio de compra a los pepenadores los cuales rondan \$0.01 el plástico, \$0.03 el papel, \$0.01 el vidrio y \$0.29 el aluminio. Por lo tanto, quienes salen menos favorecidos son los pepenadores, quienes deben ver rematados sus precios por los compradores.
- De acuerdo a los resultados de la caracterización de los desechos sólidos en los municipios en estudio, se observa un alto porcentaje del 37.68% en la materia inorgánica y de esta el 5.68% es plástico, el 3.16% es papel, el 2.75% es cartón y el 2.64% son metales: estos porcentajes de los materiales encontrados hacen de la propuesta de diseño de la planta de separación de desechos sólidos una alternativa para el aprovechamiento de dichos materiales; sobre todo para reducir la contaminación del medio ambiente.
- Santa Ana es el municipio que tiene el mayor número de habitantes, en comparación con el resto de los municipios del Departamento de Santa Ana y por lo tanto, también es el municipio que recolecta la mayor cantidad de desechos sólidos, con 180 toneladas diarias según lo revelado por el diagnóstico, lo que hace que la basura sea un grave problema.

- De acuerdo al tipo de trabajo a realizar dentro de la planta de separación de desechos sólidos, se han establecido normas de higiene y seguridad industrial recomendadas por el MARN, para garantizar la protección del trabajador de los riesgos en el área de trabajo y de las posibles enfermedades potenciales que se podrían contraer.
- Sea establecido el mejor canal de comercialización, en el cual se venderán directamente los materiales a los recicladores mayoristas, el cual aumentara en un 80% los beneficios económicos con respecto a comercializarlos con los intermediarios; obteniendo un mayor beneficio para la planta de separación de desechos sólidos.
- La creación de una planta de separación de desechos sólidos, en el departamento de Santa Ana puede dar una solución aceptable para los materiales inorgánicos presentes en la basura, ya que estos serán reciclados y así solucionar los problemas medioambientales causados por estos.
- Reduciendo inversiones en maquinaria, lo cual sea hecho en el estudio técnico, se puede lograr un menor impacto en la inversión inicial, como una estrategia para permitir que se realicen más tareas de manera manual y de esa manera cumplir con los objetivos de generar fuentes de empleo a los habitantes de la zona.

- El sistema de recuperación de materiales, se establecería como una unidad adicional dentro del relleno sanitario ubicado en el departamento de Santa Ana para el manejo integral de los desechos.
- Para llevar a cabo el proyecto de una planta de separación de desechos sólidos en el relleno sanitario del Departamento de Santa Ana, es necesario una inversión de \$1,106,165.34 con costos anuales para el primer año de \$742,048.26, obteniendo un ingreso por venta de \$3,821,174.15, con lo que se genera un flujo de efectivo neto de \$2,480,264.02.
- El periodo de evaluación de la propuesta de diseño de la planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana es de 9 años, siendo económicamente factible debido a que la tasa interna de rendimiento (TIR) es de 228% y es mucho mayor que la tasa de retorno mínima atractiva (TMAR) que es de 23.4%, con un valor presente neto (VPN) de \$8,672,817.28 y la razón beneficio costo (B/C) de 12.35.
- Los costos que se obtuvieron para realizar el flujo de caja del proyecto, representan solamente los incurridos por la unidad de recuperación de materiales. Como esta es una unidad adicional al relleno sanitario manejado por ASEMUSA, se logra minimizar más que todo, los gastos administrativos y gastos de materia prima debido a que será

administrada por la misma administración del relleno sanitario y no se comprara la basura.

- Adicional a los ingresos que permitiría el funcionamiento del proyecto, es importante mencionar que la implementación del mismo, traería consigo ciertos beneficios no tan tangibles tales como: Aumento de la vida útil del relleno sanitario, evitar enterrar en relleno sanitario materiales de lenta biodegradación (plásticos), y evitar el reciclaje en calles y aceras, que originan suciedad y desorden dentro de los municipios.

6.2 RECOMENDACIONES

- Una vez identificado que existe un mercado que permite recuperar ciertos desechos, habría que trabajar para lograr fracciones más limpias de material, lo cual permitiría obtener mejores precios de venta. Así mismo, se debe de realizar un continuo monitoreo al mercado del reciclaje para identificar variables que puedan afectar al proyecto, ya sea de forma positiva como negativamente.
- Para que la separación de los desechos sólidos sea más eficiente, se deberían de crear nuevas políticas municipales que conlleven que las personas, empresas, mercados entre otros, clasifiquen la basura en el origen y establecer algún tipo de control que ayude a monitorear el

cumplimiento de la clasificación en el origen por parte de los involucrados.

- Desarrollar campañas, mediante las cuales se concientice a la población del departamento de Santa Ana para clasificar la basura antes de entregarla al camión recolector.
- Dentro de la planta de separación de desechos sólidos se deben operacionalizar los indicadores que permitan evaluar si se están cumpliendo las metas de recuperación de materiales reciclables, con el propósito de hacer eficiente la implementación de este proyecto.
- Estudiar el mercado del reciclaje internacional para determinar si es factible exportar los materiales a otros países y de esa manera comercializarlos a mejores precios y obtener otros ingresos.
- Contratar a personas de los alrededores del relleno para realizar el trabajado como pepenadores, ya que estos aumentaran la eficiencia de la planta de separación de desechos sólidos por su experiencia adquirida como pepenadores.
- Aumentar el número de materiales a separar en la planta ya que no está incluida la separación de los materiales electrónicos, los cuales pueden ser comercializados de igual manera que los demás materiales.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- Metodología de la investigación. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. Editorial Mc Graw Hill. Cuarta edición, 2006.
- Evaluación de proyectos. Gabriel Baca Urbina. Editorial Mc Graw Hill. Quinta edición, 2006
- Desechos Sólidos, Principios de Ingeniería y Administración. George Tchobanoglous, Hilary Theissen, Rolf Eliassen. Serie: Ambiente y los Recursos Naturales Renovables AR-16. Traducción: Armando Cubillos. Mérida - Venezuela 1982.
- La gestión de los Desechos Sólidos en El Salvador. Juan Guillermo, Umaña Granado. AMBIENTEC, S.A. DE C.V.
- Introducción al estudio del trabajo. Organización Internacional del trabajo (OIT). 3ª edición, 1983.
- Programa internacional para la erradicación del trabajo infantil (IPEC). Investigando las peores formas de trabajo infantil número 32. El Salvador. Trabajo infantil en los basureros: una evaluación rápida. Por Ana Cecilia Carranza. Marzo 2002.
- Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales, Informe analítico de El Salvador, Septiembre 2003.

- Población, Territorio y Medio Ambiente en El Salvador. Herman Rosa, Deborah Barry. Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA). Boletín No. 11, Mayo – Junio 1995.
- Gestión local de los desechos sólidos en la Región Metropolitana de El Salvador. Deborah Barry, Gilberto García, Iliana Gómez. Programa Salvadoreño de Investigación Sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA). Boletín No. 27, 1998.
- Primer censo nacional de desechos sólidos. Ing. Leyla Zelaya. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ATN 6762-ES. Informe final, Diciembre 2001.
- Segundo censo nacional de desechos sólidos municipales. ECOTRANS, S. A. de C. V. San Salvador, Diciembre de 2006.
- Primer reporte del manejo de residuos sólidos (basado es el proyecto “Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional Sobre Residuos Sólidos de Chile”). Comisión Nacional del Medio Ambiente. Año 2010.
- TESIS: Diseño y factibilidad de relleno sanitario manual para el municipio de la Libertad, Departamento de la Libertad. Autor: Ivannia Yanet, Fernández Sandoval. Universidad de El Salvador, Agosto de 2010.

Páginas Web:

- www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../7.%20ANTECEDENTES.doc
- www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd53/analisis/cap2.pdef
- <http://html.rincondelvago.com/basuras-y-residuos.html>
- www.prisma.org.sv/uploads/media/prisma11.pdf
- <http://www.lapagina.com.sv/nacionales/63251/2012/03/04/Alcaldias-regularan-reciclaje-de-basura>
- www.marn.gob.sv/index.php?option=com...view...59:p...

GLOSARIO

Reciclaje: proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

Desechos sólidos: son aquellos materiales no peligrosos, que son descartados por la actividad del ser humano o generados por la naturaleza, y que no teniendo una utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables.

Disposición final: es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza.

Lixiviado: líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

Relleno sanitario: es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra, diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percolados.

DSU: desechos sólidos urbanos.

ANEXOS

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Anexo 1.1

Identificación de los sitios de disposición final de la basura en el Departamento de Santa Ana.

| Municipio | Ubicación | Condición legal del sitio | Presencia de pepenadores |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Santa Ana | barranco, orilla de carretera | parte del ISTA y privado | Sí |
| Candelaria de la Frontera | barranco, orilla de carretera | Municipal | No |
| Coatepeque | barranco, orilla de carretera | Municipal | Sí |
| Chalchuapa | barranco, orilla de carretera | Municipal | Sí |
| El Congo | barranco, orilla de quebrada | Municipal | No |
| El Porvenir | predio baldío | Prestado | No |
| Masahuat | terreno plano, predio baldío | prestado | No |
| Metapán | barranco, predio baldío | municipal | Sí |
| Texistepeque | barranco, orilla de carretera | acuerdo con alcaldía de Santa Ana | Sí |
| San Antonio Pajonal | Barranco | municipal | Sí |
| Santiago la Frontera | Barranco | prestado | No |
| San Sebastián Salitrillo | predio baldío | municipal | Sí |
| Santa Rosa Guachipilín | barranco, orilla de carretera | municipal | No |

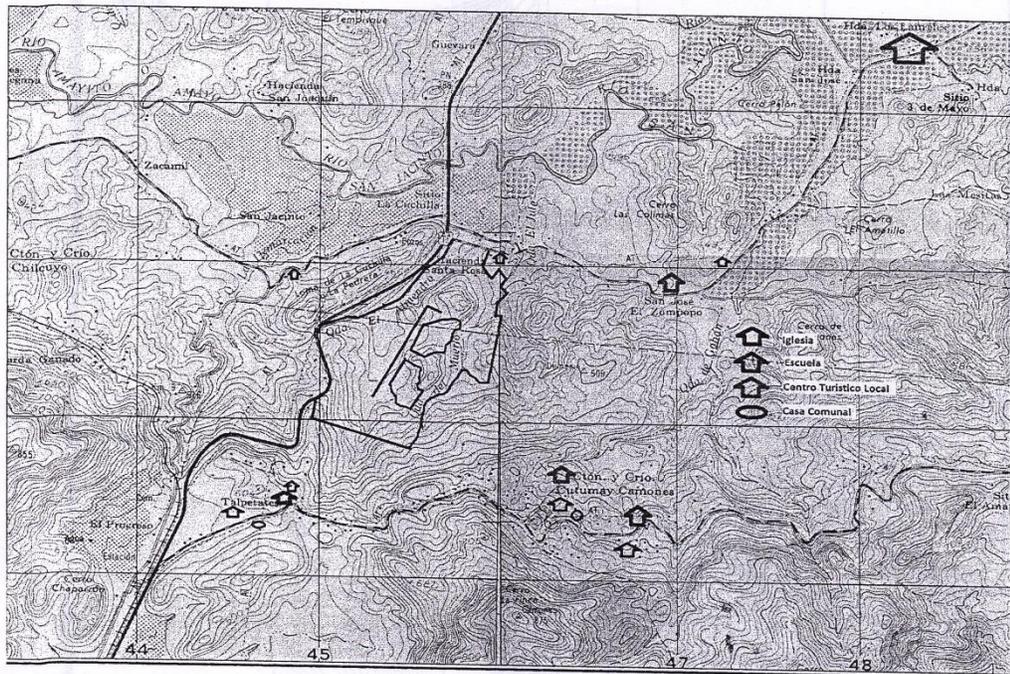
Fuente: Zelaya, L., Primer Censo Nacional de Manejo de Desechos Sólidos, 2001.

Anexo 1.2

Ubicación del terreno donde se construirá el nuevo relleno Sanitario.

DGA-15170 Informe Técnico Favorable sobre Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Construcción de Relleno Sanitario de Santa Ana”.

7. ESQUEMA DE UBICACIÓN



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

DGA-15170 Informe Técnico Favorable sobre Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Construcción de Relleno Sanitario de Santa Ana".

8. PLANTA DE CONJUNTO DEL RELLENO SANITARIO DE SANTA ANA



UDSP-wac-gl

Anexo 1.3
Legalización de ASEMUSA.

| REPUBLICA DE EL SALVADOR EN LA AMERICA CENTRAL | | 1 |
|---|--|------------|
| <p>Ministerio de Gobernación</p>  <h1>DIARIO OFICIAL</h1>  | | |
| <p>DIRECTOR: Luis Ernesto Flores López</p> | | |
| TOMO Nº 392 | SAN SALVADOR, LUNES 22 DE AGOSTO DE 2011 | NUMERO 154 |
| <p>La Dirección de la Imprenta Nacional hace del conocimiento que toda publicación en el Diario Oficial se procesa por transcripción directa y fiel del original, por consiguiente la institución no se hace responsable por transcripciones cuyos originales lleguen en forma ilegible y/o defectuosa y son de exclusiva responsabilidad de la persona o institución que los presentó. (Arts. 21, 22 y 23 Reglamento de la Imprenta Nacional).</p> | | |
| SUMARIO | | |
| <p>ORGANO EJECUTIVO</p> | | |
| <p>MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES RAMO DE RELACIONES EXTERIORES</p> | | |
| <p>Acuerdo No. 1257.- Reconocimiento otorgado al señor Roberto Arturo Castrillo Hidalgo, en el Escalafón Diplomático de la República de El Salvador.....</p> | | |
| <p>MINISTERIO DE GOBERNACIÓN RAMO DE GOBERNACIÓN</p> | | |
| <p>Estatutos de "Asociación Maquilishash", "Iglesia La Divina Luz", "Iglesia Profética La Gracia Divina", "Iglesia Profética Altar de Dios Alfa y Omega", "Iglesia Cristiana Hacedora de Historia Hechos Venitrave" y de la "Asociación Ecológica de los Municipios de Santa Ana" y Acuerdos Ejecutivos Nos. 234, 2, 23, 35, 132 y 146, aprobados y confirmando el carácter de persona jurídica.....</p> | | |
| <p>MINISTERIO DE EDUCACIÓN RAMO DE EDUCACIÓN</p> | | |
| <p>Acuerdos Nos. 15-0315 y 15-0654.- Reconocimiento de estudios académicos.....</p> | | |
| <p>Acuerdo No. 15-0671.- Se actualiza el plan de estudio de la carrera de Técnico en Administración de Restaurantes a la Universidad Francisco Gavidia.....</p> | | |
| <p>Acuerdo No. 15-0715.- Se autoriza a la Universidad Doctor Andrés Bello, el cierre de la carrera de Técnico en Mantenimiento de Computación.....</p> | | |
| <p>Acuerdos Nos. 15-0717, 15-0718 y 15-0722.- Autorizaciones para impartir el Curso de Formación Pedagógica.....</p> | | |
| <p>Acuerdo No. 15-0735.- Se aprueba el plan de estudio actualizado del programa de Técnico en Mercado, a la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer.....</p> | | |
| <p>MINISTERIO DE SALUD RAMO DE SALUD</p> | | |
| <p>Acuerdo No. 914.- Política de Protección, Promoción y Apoyo a la Lactancia Materna.....</p> | | |
| <p>ORGANO JUDICIAL</p> | | |
| <p>CORTE SUPREMA DE JUSTICIA</p> | | |
| <p>Acuerdos Nos. 463-D, 580-D, 590-D, 592-D, 604-D, 619-D, 624-D, 633-D, 634-D, 642-D, 638-D y 699-D.- Autorizaciones para el ejercicio de la abogacía en todas sus ramas.....</p> | | |
| <p>INSTITUCIONES AUTÓNOMAS</p> | | |
| <p>ALCALDÍAS MUNICIPALES</p> | | |
| <p>Decreto No. 6.- Ordenanza Transitoria de Exención de Intermos y Multas Provenientes de Deudas por Tasas e Impuestos a favor de la Municipalidad de Ciudad Asoc.....</p> | | |
| <p>Estatutos de la Asociación de Desarrollo Comunal del Cantón Llanos de Achichilco, Sector Norte y Acuerdo No. 31, emitido por la Alcaldía Municipal de San Vicente, aprobados y confirmando el carácter de persona jurídica.....</p> | | |
| <p>SECCION CARTELES OFICIALES DE PRIMERA PUBLICACIÓN</p> | | |
| <p>Declaratoria de Herencia</p> | | |
| Cartel No. 821.- Leonor Amanda Colorado Torres y otra.- (1 vez)..... | | 67 |
| Cartel No. 822.- Myrna Violeta Pineda Ramírez y otros.- (1 vez)..... | | 67 |
| Cartel No. 823.- Helen Anacema Escobar Castro y otra.- (1 vez)..... | | 68 |
| <p>Aceptación de Herencia</p> | | |
| Cartel No. 824.- José Carmen Ríos Reyes y otros.- (3 v. sit.)..... | | 68 |

ESTATUTOS DE LA ASOCIACIÓN ECOLÓGICA DE LOS MUNICIPIOS DE SANTA ANA

CAPITULO I

DENOMINACIÓN, NATURALEZA JURÍDICA, DOMICILIO Y PLAZO

Art. 1.- Créase en la ciudad de Santa Ana, Departamento de Santa Ana, la Asociación de Nacionalidad Salvadoreña, que se denominará "ASOCIACIÓN ECOLÓGICA DE LOS MUNICIPIOS DE SANTA ANA", y que podrá abreviarse "ASEMUSA", como una entidad apolítica, no lucrativa ni religiosa la que en los presentes Estatutos se denominará "La Asociación".

Art. 2.- El domicilio de la Asociación será el Municipio de Santa Ana, Departamento de Santa Ana, pudiendo establecer filiales en todo el Territorio de la República y fuera de él.

Art. 3.- La Asociación se constituye por tiempo indefinido.

CAPITULO II

DE LOS FINES GENERAL Y ESPECIFICOS

Art. 4. - La Asociación tendrá los fines siguientes: Tendrá como objetivo general:

- a) Propiciar el desarrollo sostenible y armónico de las comunidades de cada Municipio Miembro, en articulación con los niveles regionales y departamentales.

Tendrá los siguientes objetivos específicos:

- a) Fomentar, conservar y proteger el medio ambiente.
- b) Facilitar el servicio a las comunidades en el desarrollo y seguridad ciudadana.
- c) Promover acciones tendientes a la solución de la problemática generada por toda la gama de desechos sólidos.
- d) Promover la cooperación nacional e internacional a favor de las Asociación.
- e) Formular planes sectoriales de desarrollo y anteproyectos de ordenanzas que regulen los componentes del Plan de Desarrollo

Local de la Asociación, para someterlos a conocimiento y aprobación de las municipalidades de la misma.

- f) Promover la realización de proyectos sociales y culturales entre los Municipios miembros.
- g) Promover la organización y Participación Ciudadana en el Desarrollo de la Asociación.
- h) Planificar todo tipo de obras y proyectos necesarios a la Asociación.
- i) Rescatar y mejorar la imagen urbana y rural de los Municipios a través de la identificación, recuperación y conservación de los elementos que conforman el patrimonio cultural de las municipalidades.
- j) Fomentar y promover el rescate de los valores culturales.
- k) Apoyar el Turismo en todas sus ramas.

CAPITULO III

DEL PATRIMONIO DE LA ASOCIACION

Art. 5.- El Patrimonio de la Asociación estará constituido por:

- a) Las cuotas de los miembros.
- b) Donaciones, herencias, legados, contribuciones de personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, respectivamente.
- c) Todos los bienes muebles e inmuebles que adquiera y las rentas provenientes de los mismos de conformidad con la ley.

Art. 6.- El Patrimonio será administrado por la Junta Directiva conforme a las Directrices que le manifieste la Asamblea General.

CAPITULO IV

DE LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN

DERECHOS Y DEBERES

Art. 7. - Los miembros de la Asociación serán todos mayores de dieciocho años de edad, sin distinción de raza, credo, religión e ideología política y podrán ser fundadores activos y honorarios. Son miembros fundadores, todas las personas que suscriban la escritura de Constitución de la Asociación.

Art. 8.- La Asociación tendrá las siguientes clases de miembros:

- a) Miembros Fundadores.
- b) Miembros Activos.
- c) Miembros Honorarios.

Serán MIEMBROS FUNDADORES: Todas las personas que suscriban la escritura de constitución de la Asociación.

Serán MIEMBROS ACTIVOS: Todas las personas que la Junta Directiva acepte como tales en la Asociación.

Serán MIEMBROS HONORARIOS: Todas las personas que por su labor y méritos a favor de la Asociación sean así nombrados por la Asamblea General.

Art. 9.- Son derechos de los miembros de la Asociación:

- a) Participar con voz y voto por medio de sus representantes, así como presentar nociones y sugerencias a la Asamblea General.
- b) Retirarse voluntariamente de la Asociación, habiendo cumplido con lo establecido en los presentes Estatutos.
- c) Elegir y ser electo para un cargo en la Junta Directiva.
- d) Gozar de los servicios y privilegios que brinde la Asociación, siempre que no sean de carácter económico.
- e) Solicitar y obtener de los organismos de dirección de la Asociación, información sobre la administración financiera, funcionamiento del sistema y de la ejecución de los programas y proyectos.
- f) Todas las demás que les confieren estos estatutos, el Reglamento interno y otras disposiciones pertinentes.

Art. 10.- Son deberes de los Miembros de la Asociación:

- a) Asistir con puntualidad a las sesiones de Asamblea General previa convocatoria en legal forma.
- b) Desempeñar satisfactoriamente todas las comisiones y cargos que se le encomienden.
- c) Estar solvente con los aportes que apruebe la Asamblea General.

- d) Cumplir los presentes estatutos y aceptar los acuerdos de la Asamblea General y de la Junta Directiva, siempre que estén relacionados con los fines de la Asociación.

Art. 11.- Son deberes de los miembros Fundadores y Activos:

- a) Asistir a las sesiones Ordinarias y Extraordinarias de Asamblea General.
- b) Cooperar en el desarrollo de aquellas actividades propias de la Asociación.
- c) Cancelar las cuotas acordadas en Asamblea General.
- d) Cumplir y hacer cumplir los presentes Estatutos, Reglamento Interno, acuerdos y resoluciones de la Asamblea General.
- e) Los demás que les señalen los Estatutos y Reglamento Interno de la Asociación.

Art. 12.- La calidad de miembro se perderá por las causas siguientes:

- a) Por violación a Estatutos, Reglamento Interno, acuerdos y resoluciones de la Asamblea General.
- b) Por otras faltas graves cometidas, que a juicio de la Asamblea General merezcan tal sanción.
- c) Por renuncia presentada por escrito a la Junta Directiva.

Art. 13.- La calidad de miembro se perderá por renuncia expresa o por expulsión de los mismos por causas calificadas previamente por la Asamblea General.

Art. 14.- En caso que un miembro de la Asociación, en el que exprese su decisión de retiro, los aportes hechos por éste quedarán a favor de la Asociación.

Art. 15.- Cuando un miembro incurriera en alguna de las causales de expulsión, será excluido de la misma por acuerdo de la Asamblea General a iniciativa de la Junta Directiva.

CAPITULO V

DEL GOBIERNO DE LA ASOCIACION

Art. 16.- El gobierno de la Asociación será ejercido por:

- a) La Asamblea General; y
- b) La Junta Directiva.

**CAPITULO VI
DE LA ASAMBLEA**

Art. 17.- La Asamblea General, debidamente convocada, es la autoridad máxima de la Asociación y estará integrada por la totalidad de los miembros Activos y Fundadores.

Art. 18.- La Asamblea General se reunirá dos veces al año y extraordinariamente cuando fuere convocada por la Junta Directiva, se harán por medio de invitaciones escritas, dos veces al año, una en el mes de enero y la otra en junio, las cuales deberán indicar el día y la hora que habrá de celebrarse incluyéndose la Agenda, propuesta y deberán hacerse con ocho días de anticipación y en caso de reunión extraordinaria con dos días de anticipación como mínimo.

Los acuerdos de la Asamblea General serán tomados con el voto favorable de la mitad más uno de sus miembros, excepto los casos en que los estatutos exijan mayoría calificada. En todo caso cada representante presente tendrá derecho a un voto que será emitido directamente.

Si la reunión no se celebrara por falta de quórum, es decir de la mitad más uno de los miembros, ya sea por fuerza mayor o caso fortuito se hará nueva convocatoria dentro de una hora y los acuerdos se tomarán con los votos de la mitad más uno del quórum establecido, salvo los casos señalados en estos estatutos en donde se exijan una mayoría calificada.

Art. 19.- Cuando un miembro no pudiera asistir a cualquiera de las sesiones de la Asamblea General por motivos justificados podrá hacerse representar por escrito cualquier representante que miembro designe para que participe en el trabajo de la Asociación, llevando la voz y el voto de su representado.

Art. 20.- Son atribuciones de la Asamblea General:

- a) Elegir, sustituir y destituir total o parcialmente a los miembros de la Junta Directiva.
- b) Aprobar, reformar o derogar los Estatutos y Reglamento de la Asociación.
- c) Aprobar y/o modificar los planes, programas o presupuesto anual de la Asociación.
- d) Aprobar o desaprobar la Memoria Anual de Labores de la Asociación presentada por la Junta Directiva.
- e) Fijar las cuotas mensuales y contribuciones eventuales de los miembros.
- f) Decidir sobre la compra, venta o enajenación de los bienes inmuebles pertenecientes a la Asociación.
- g) Decidir sobre la incorporación de nuevos miembros, previa solicitud por escrito presentada a la Junta Directiva.
- h) Decidir sobre las Donaciones, herencias, legados y contribuciones a favor de la Asociación.
- i) Decidir sobre la compra y venta de mobiliario y equipo.
- j) Acordar la disolución de la Asociación; y
- k) Decidir todos aquellos asuntos de interés para la Asociación y que no estén contemplados en los presentes Estatutos.

**CAPITULO VII
DE LA JUNTA DIRECTIVA**

Art. 21.- La Dirección y Administración de la Asociación está confiada a la Junta Directiva de la entidad que estará integrada por los Asociados, quienes actuarán como Miembros Propietarios y estará formada por: Un Presidente, un Vicepresidente, un Secretario, un Síndico, un Tesorero, y dos Vocales. En caso de que no comparezca el miembro titular por motivos justificados a cualquier reunión de la Junta Directiva, podrá actuar en ese carácter cualquier representante que el titular designe.

Art. 22.- Los Miembros de la Junta Directiva durarán en sus funciones tres años, pudiendo ser reelectos siempre que conserven su calidad de Miembros. En caso que por cualquier circunstancia, transcurriere el plazo para el que fueron electos o designados o perdieren la calidad de miembro, sin que se hubiere podido reunir la Asamblea General para hacer la nueva elección de miembros de la Junta Directiva, quien esté presidiendo la Junta Directiva saliente, deberá desempeñar la Presidencia y Coordinación de manera interina hasta que se elijan los sustitutos y los nuevamente nombrados tomen posesión de sus cargos.

Art. 23.- Los miembros de la Junta Directiva serán electos en Sesión de Asamblea General Ordinaria.

Art. 24.- La Junta Directiva sesionará ordinariamente una vez al mes y extraordinariamente cuantas veces sea necesario, para realizar Sesiones Ordinarias el Presidente hará las convocatorias con ocho días de anticipación, para las extraordinarias serán dos días.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

DIARIO OFICIAL.- San Salvador, 22 de Agosto de 2011.

39

Art. 25.- El quórum necesario para que la Junta Directiva pueda sesionar será de cuatro Miembros y sus acuerdos deberán ser tomados por la mayoría de los asistentes.

Art. 26.- La Junta Directiva tendrá las siguientes atribuciones:

- a) Desarrollar las actividades necesarias para el logro de los fines de la Asociación.
- b) Velar por la administración eficiente y eficaz del patrimonio de la Asociación.
- c) Elaborar la Memoria Anual de Labores de la Asociación.
- d) Promover la elaboración de planes, programas, proyectos y presupuestos de la Asociación e informar a la Asamblea General.
- e) Velar por el cumplimiento de los Estatutos, Reglamento Interno, acuerdo y resoluciones de la Asamblea General y de la misma Junta Directiva.
- f) Nombrar de entre los miembros de la Asociación los Comités o Comisiones que Consideren necesarios para el cumplimiento de los fines de la Asociación.
- g) Convocar a sesiones ordinarias y extraordinarias de Asamblea General.
- h) Decidir sobre las solicitudes de incorporación de nuevos miembros y proponerlos a la Asamblea General.
- i) Nombrar al Gerente General, Auditor Interno y a los Jefes de Unidades.
- j) Elaborar el Reglamento Interno de la Asociación; y
- k) Resolver todos los asuntos que no sean competencia de la Asamblea General.

Art. 27.- Son atribuciones del Presidente:

- a) Presidir las sesiones ordinarias y extraordinarias de Asamblea General.
- b) Velar por el cumplimiento de los Acuerdos, resoluciones de la Junta Directiva y de la Asamblea General, así como de los Estatutos y Reglamento Interno de la Asociación.
- c) Representar judicial y extrajudicialmente a la Asociación, pudiendo otorgar poderes previa autorización de la Junta Directiva.
- d) Convocar a sesiones ordinarias y extraordinarias de la Asamblea General y de la Junta Directiva.

- e) Autorizar juntamente con el Tesorero las erogaciones que tenga que hacer la Asociación.
- f) Presentar la Memoria de Labores de la Asociación y cualquier informe que le sea solicitado por la misma.

Art. 28.- En caso de muerte, renuncia del cargo de miembro directivo o exoneración de miembro, inhabilidad, incapacidad, imposibilidad o ausencia definitiva del Presidente, será sustituido en todas sus facultades y funciones por el Vicepresidente, quien fungirá hasta que la Asamblea General elija al sustituto. Si la vacante del Vicepresidente, Secretario o Tesorero, se llenará por el Directivo Suplente que los demás miembros de la Junta Directiva designen, hasta que la Asamblea General elija al sustituto. Si la vacante fuere temporal los sustitutos estarán en funciones por el plazo que dure la misma.

Art. 29.- Son atribuciones del Secretario:

- a) Llevar los libros de actas de las sesiones de la Asamblea General y de la Junta Directiva.
- b) Llevar el archivo de documentos y registros de los miembros de la Asociación.
- c) Extender todas las certificaciones que fueren solicitadas a la Asociación.
- d) Hacer y enviar las convocatorias a los miembros para las sesiones; y
- e) Ser el órgano de comunicación de la Asociación.

Art. 30.- Son atribuciones del Tesorero:

- a) Recibir y depositar los fondos que la Asociación obtenga, en el Banco que la Junta Directiva seleccione.
- b) Optar a cargos Directivos llenando los requisitos que señalen los Estatutos de la Asociación.
- c) Los demás que les señalen los Estatutos y Reglamento Interno de la Asociación.

Art. 31.- El Tesorero y el Presidente responderán solidariamente por los gastos que no hayan sido aprobados por la Junta Directiva, de igual forma responderán las personas que sustituyan a éstos; sólo se podrá individualizar la responsabilidad en los casos determinados por la Ley como delitos.

Art. 32.- Son atribuciones del Síndico:

- a) Velar por el estricto cumplimiento de los presentes estatutos y el Reglamento Interno.

Art. 33.- Son atribuciones de los Vocales:

- a) Colaborar directamente con todos los miembros de la Junta Directiva.
- b) Sustituir a cualquier miembro de la Junta Directiva en caso de ausencia o impedimento, a excepción, del presidente.

Art. 34.- La administración general estará a cargo de un Gerente General, nombrado por la Junta Directiva con el voto favorable de la mitad más uno, para un período de tres años, pudiendo ser contratado para otro periodo igual, bajo el mismo procedimiento que fue elegido. El Gerente responderá administrativamente ante el Presidente y ante la Junta Directiva por el funcionamiento eficaz y correcto de la entidad.

CAPITULO VIII

DEL CONTROL Y LA FISCALIZACION

Art. 35.- Los fondos que administre la Asociación, estarán sujetos a la fiscalización de la Corte de Cuentas de la República de conformidad a lo que establece la Ley de la misma y la Constitución de la República.

Art. 36.- El resultado de las investigaciones que practicare la Corte de Cuentas de la República a los Miembros, de la asociación que hayan designado al respecto en la administración de la Asociación, le será informado a la Junta Directiva con indicación de las omisiones, negligencias, violaciones a la ley, faltas o delitos que puedan haberse cometido, señalando el procedimiento adecuado para corregir las deficiencias. En caso de que la Junta Directiva de la Asociación no procediere a corregir las deficiencias a que se refiere el inciso anterior, la Corte de Cuentas de la República o el Miembro que haya practicado las investigaciones pertinentes, lo hará del conocimiento de la Asamblea General para los efectos legales consiguientes.

Art. 37.- Los Miembros de la Asociación podrán realizar auditorías de todo tipo cuando así lo requieren.

CAPITULO IX

SANCIONES A LOS MIEMBROS, MEDIDAS DISCIPLINARIAS, CAUSALES Y PROCEDIMIENTOS DE APLICACION

Art. 38.- Si el Asociado violare los Estatutos, Reglamento Interno, Acuerdos y Resoluciones de la Asamblea General, la Junta Directiva informará al Asociado o su representante legal del inicio del proceso correspondiente, así como de la infracción atribuida, concediéndole un plazo de hasta ocho días hábiles para que justifique los hechos y manifieste su deseo de enmendar la falta y continuar en la Asociación; pasado dicho plazo, resolverá lo pertinente y si se acordare sanción será efectiva dentro de los ocho días subsiguientes.

Las sanciones reconocidas son las siguientes:

- a) Amonestación privada.
- b) Suspensiones de deberes; y
- c) Expulsión temporal o definitiva.

La información será estrictamente privada y será únicamente para los fines de la Asociación, se regularán en el Reglamento Interno.

Art. 39.- Serán sancionados con amonestación privada los Asociados que cometan faltas leves, se consideran faltas leves:

- a) Mala conducta del miembro, que pueda revertirse en perjuicio de la Asociación.
- b) Irrespeto verbal entre los miembros de la Asociación.

Art. 40.- Serán sancionados con la expulsión temporal para los Asociados que cometan faltas graves, dicha expulsión temporal será por sesenta días. Se consideran faltas graves:

- a) Reincidir en la comisión de una falta leve.
- b) Promover actividades políticas, gremiales, sindicales y otras que generen perjuicio para la Asociación.

En caso de reincidencia, dentro del plazo de un mes siguiente a la fecha de la comisión de la primera falta, se expulsará definitivamente de la Asociación.

Así mismo si el asociado cometiere una falta muy grave será expulsado definitivamente; se consideran faltas muy graves:

- a) Obtener de la Asociación por medios fraudulentos, beneficios para sí o terceros.
- b) Cometer algún delito en perjuicio de la Asociación, siempre y cuando sea sancionada por la autoridad competente.-

Art. 41.- Los miembros de la Asociación que infrinjan en alguna de las sanciones establecidas en los presentes estatutos será sancionados por la Junta Directiva, siguiendo el procedimiento siguiente: La Junta Directiva escuchará al infractor en el término de cinco días y la Junta Directiva Sancionará o dejará sin efecto dicha sanción. Si el infractor no estuviere de acuerdo con la resolución hecha por la Junta Directiva en el término de tres días presentará su apelación ante la Asamblea General para que ésta lo escuche y luego, confirme, modifique, revoque o deje sin efecto la resolución de la Junta Directiva.

CAPITULO X DE LA DISOLUCION

Art. 42.- No podrá disolverse la Asociación sino por disposición de la Ley o por resolución tomada en Asamblea General Extraordinaria, convocada a ese efecto y con un número de votos que represente por lo menos tres cuartas partes de sus miembros.

Art. 43.- En caso de acordarse la disolución de la Asociación se nombrará una Junta de Liquidación compuesta de cinco personas, electas por la Asamblea General Extraordinaria que acordó la disolución. Los bienes que sobren después de cancelar todos sus compromisos se donarán a cualquier entidad Benéfica o Cultural que la Asamblea General señale.

CAPITULO XI REFORMA DE ESTATUTOS

Art. 44.- Para reformar o derogar los presentes estatutos se necesita que la iniciativa sea presentada por lo menos por un miembro de la Junta Directiva y su reforma o derogación será aprobada por las tres cuartas partes de los miembros de la Asamblea General.

CAPITULO XII

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Art. 45.- Los documentos sujetos a registro deberán ser presentados dentro de los quince días siguientes a su formalización.

Art. 46.- Todo lo relativo al orden interno de la Asociación no comprendido en estos Estatutos, se establecerá en el Reglamento Interno de la misma, el cual deberá ser elaborado por la Junta Directiva y aprobado por la Asamblea General.

Art. 47.- La Asociación se registrará por la LEY DE ASOCIACIONES Y FUNDACIONES SIN FINES DELUCRO, por los presentes Estatutos y demás disposiciones legales aplicables.

Art. 48.- Los presentes estatutos entrarán en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.

ACUERDO No. 146

San Salvador, 19 de julio del 2011.

Vistos los anteriores Estatutos de la ASOCIACIÓN ECOLÓGICA DE LOS MUNICIPIOS DE SANTA ANA, que podrá abreviarse "ASEMUSA", compuestos de Cuarenta y ocho artículos, constituida por Escritura Pública celebrada en la ciudad de Santa Ana, Departamento de Santa Ana, a las ocho horas con quince minutos del día treinta de noviembre de dos mil diez, ante los oficios del Notario Carlos Enrique Avelino Rivera, y con posterior rectificación celebrada en la ciudad de Santa Ana, departamento de Santa Ana, a las once horas del día ocho de abril de dos mil once, ante los oficios del mismo notario y no encontrando en ellos ninguna disposición contraria a las Leyes del país, de conformidad con el Art. 65 de la Ley de Asociaciones y Fundaciones sin Fines de Lucro, el Órgano Ejecutivo en el Ramo de Gobernación, ACUERDA: a) Aprobarlos en todas sus partes confiriendo a dicha Entidad el carácter de PERSONA JURIDICA; b) Publíquense en el Diario Oficial; y c) Inscríbase la referida entidad en el REGISTRO DE ASOCIACIONES Y FUNDACIONES SIN FINES DE LUCRO. COMUNIQUESE. EL MINISTRO DE GOBERNACION, GREGORIO ERNESTO ZELAYANDIA CISNEROS.

(Registro No. F006439)

Anexo 1.4

Carta de aceptación de la realización del trabajo de grado en la alcaldía de Santa Ana



ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTA ANA
GERENCIA DE MEDIO AMBIENTE

Santa Ana, 16 de Marzo de 2012

Universidad de El Salvador
Faculta Multidisciplinaria de Occidente
Inga. Soraya Lizeth Barrera de Garcia
Jefa Dpto. de Ingeniería y Arquitectura
Presente.

Reciba un cordial saludo, deseándole éxitos en sus labores diarias.

Atendiendo la solicitud, de los Bachilleres Federico Antonio Gutiérrez Gonzales y José Alberto Mendoza García, de participar en proyectos de investigación, sobre los trabajos diarios, que realiza esta Municipalidad en actividades relacionadas con el Medio Ambiente. Esta Gerencia determino lo siguiente: La Municipalidad de Santa Ana, iniciara la construcción de un Relleno Sanitario para el Departamento de Santa Ana, ubicado en Hacienda Santa Rosa, carretera al Municipio de Texistepeque. En dicho proyecto no esta incluido una planta de separación y reciclaje, motivo por el cual se hace una necesidad, tener una propuesta de diseño de dicha planta. Este estudio se perfila adecuadamente a la solicitud de los bachilleres antes mencionados de realizar su trabajo de graduación en la carrera de Ingeniería Industrial. Y con la finalidad de apoyar a la juventud que Ustedes educan en las carreras de Ingeniería y Arquitectura, esta Gerencia se compromete en apoyar a estos jóvenes en su investigación y ha proporcionarles datos técnicos relacionados con las actividades de recolección y disposición de los desechos sólidos urbanos del Municipio de Santa Ana.

Sin otro particular, me suscribo de Usted

Atentamente



Máximo A. Valdés
Máximo Antonio Valdés.
Gerente de Medio Ambiente

Anexo 3.1

Encuesta aplicada a los pepenadores del BCA de Cutumay Camones.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

CUESTIONARIO

Objetivo: Obtener información de los *pepenadores* que se encuentran en el botadero a cielo abierto del municipio de Santa Ana, sobre: cantidad, tipo y forma en que se encuentra la basura, la frecuencia y la remuneración que obtienen por la pepena en este botadero. Además, de las condiciones de trabajo que tienen y la disposición a formar parte de una asociación, y que pueda servir para el proyecto de factibilidad de diseño de una planta de separación de desechos sólidos.

Indicaciones: Responda el siguiente cuestionario con toda la veracidad posible marcando la respuesta que usted crea conveniente, con una "X" ó contestando lo más breve y claramente posible.

1. Sexo M ___ F ___

2. Edad _____

3. Estudios realizados
Ninguno _____ Básico _____ Bachiller _____

4. ¿Cuánto tiempo lleva recolectando materiales? _____

5. ¿Con que frecuencia realiza la pepena de materiales?
 - a. Una vez por semana _____
 - b. Dos veces por semana _____
 - c. Tres veces a la semana _____
 - d. Cuatro veces por semana _____
 - e. Cinco veces por semana _____

- f. Seis veces por semana _____
- g. Todos los días _____
6. ¿Qué tipo de materiales observa en este botadero?
- | | |
|----------------|--------------|
| Papel _____ | Hierro _____ |
| Cartón _____ | Bronce _____ |
| Plástico _____ | Cobre _____ |
| Vidrio _____ | Otros _____ |
| Aluminio _____ | |
7. ¿De estos tipos de materiales cuales recoge o pepena?
- | | |
|----------------|--------------|
| Papel _____ | Hierro _____ |
| Cartón _____ | Bronce _____ |
| Plástico _____ | Cobre _____ |
| Vidrio _____ | Otros _____ |
| Aluminio _____ | |
8. ¿Por qué recoge estos materiales? Explique.
- _____
- _____
- _____
9. ¿Cuánto le pagan por los materiales que recoge?
- | | |
|----------------|--------------|
| Papel _____ | Hierro _____ |
| Cartón _____ | Bronce _____ |
| Plástico _____ | Cobre _____ |
| Vidrio _____ | Otros _____ |
| Aluminio _____ | |
10. ¿En qué estado encuentra estos materiales?
- Limpio _____
- Contaminado de su contenido _____
- Contaminado de otras sustancias _____
- Deteriorado _____

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

11. ¿En qué forma usted encuentra los diferentes materiales?(solo conteste los materiales que recoge de la pregunta 9)

Papel:

- Diarios
- Revistas
- Cuadernos
- Hojas sueltas
- Pedazos de hojas
- Otros.

Cartón:

- Cajas
- Pliegos de cartulina
- Rótulos

Plástico:

- Botellas
- Depósitos
- Pedazos de plástico
- Bolsas
- Pajillas
- Otras formas.

Vidrio:

- Botellas
- Vasos quebrados
- Vidrio en pedazos
- Otros.

Aluminio:

- Latas (gaseosa, cerveza o jugo)
- Piezas de aluminio
- Recipientes de cocina
- Otras.

Hierro:

- Pedazos
- Laminas
- Otras formas

Bronce:

- Alambre
- Piezas
- Otros

Cobre:

- Alambre
- Piezas
- Otros

12. ¿Usa algún tipo de protección personal al realizar este tipo de trabajo?

SI ____ NO ____ (Si su respuesta es SI pase a la siguiente pregunta)

13. ¿Qué tipo de protección personal usa?

14. ¿Si existiera una planta separadora de desechos sólidos, estaría dispuesto(a) a trabajar dentro de ella?

SI _____ NO _____

Anexo 3.2

Encuesta aplicada a los Gerentes de Medio Ambiente.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Estudio: Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del Departamento de Santa Ana.

Encuesta

Objetivo: Obtener información de los responsables del control de la recolección y del destino final de los desechos sólidos; acerca de las cantidades y tipo de basura recolectada por las alcaldías, lugares de almacenamiento temporales de la basura como también el tratamiento que se le da, registros de recolección y tratamiento final de la basura; Lo cual nos pueda servir para el proyecto de factibilidad de diseño de una planta de separación de desechos sólidos.

1. ¿Qué cantidad de basura se recolecta en promedio por día?

2. ¿Cuál es la generación de basura que tuvo el municipio la semana anterior?

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| | | | | | | |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

3. ¿Qué cantidad de basura recolectó la alcaldía en los últimos 5 años?

| Años | Toneladas | Años | Toneladas | Años | Toneladas |
|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|
| 2007 | | 2009 | | 2011 | |
| 2008 | | 2010 | | | |

4. ¿Qué tipo de materiales se recolectan y en que porcentajes?

| Material | Material Recolectado | % |
|-----------------|-----------------------------|----------|
| Orgánico | | |
| Plástico | | |
| Vidrio | | |
| Hierro | | |
| Papel | | |
| Cartón | | |
| Cobre | | |
| Aluminio | | |
| Cuero | | |
| Textiles | | |
| Electrónicos | | |
| Otros | | |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

5. De qué manera está organizada la recolección de basura en su municipio (marcar con una x en el espacio en blanco).

| | | | | | |
|-------|--|-------|--|-------|--|
| Zonas | | Rutas | | Otras | |
|-------|--|-------|--|-------|--|

Si la respuesta marcada es otras especifique

6. Especifique que lugares comprende la respuesta anterior.

7. ¿Dónde lleva la alcaldía los desechos sólidos para su disposición final?

8. ¿Tiene algún(os) Lugar(es) de proceso intermedio (acopio, transferencia o almacenamiento temporal) donde previamente se deposita la basura antes de llevarla a su disposición final?

Sí _____ No _____

(Si la respuesta es No, pasar a la pregunta número 10)

¿Cuáles son esos lugares?

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

9. ¿Se le da algún tratamiento a la basura en el lugar o lugares antes mencionado(s)?

Sí _____ No _____

(Si la respuesta es No, pasar a la pregunta número 10)

¿Qué tipo de tratamiento?

10. Costos realizados por parte de la alcaldía para:

Costos de recolección _____

Costos de transporte _____

Costos de disposición final _____

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Anexo 3.3

Matriz para la recolección de datos.

| MATERIAL | MUESTRA 1 | | MUESTRA 2 | | MUESTRA 3 | | PROMEDIO | |
|----------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|------------|------------|
| | Fecha: | | Fecha: | | Fecha: | | | |
| | Hora: | | Hora: | | Hora: | | | |
| | Fuente: | | Fuente: | | Fuente: | | | |
| | Peso de la muestra: | | Peso de la muestra: | | Peso de la muestra: | | | |
| | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje | Peso (grs) | Porcentaje |
| Plástico | | | | | | | | |
| Aluminio | | | | | | | | |
| Papel | | | | | | | | |
| Cartón | | | | | | | | |
| Vidrio | | | | | | | | |
| Metales | | | | | | | | |
| Cuero | | | | | | | | |
| Durapax | | | | | | | | |
| Textiles | | | | | | | | |
| Orgánico | | | | | | | | |
| Otros | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | |

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Anexo 3.4

Calculo de la generación de los diferentes materiales que producen los municipios en donde sea elaborado el diagnostico.

La siguiente tabla contiene el tonelaje que cada municipio genera por día y su equivalente en libras.

| MUNICIPIO | TONELADAS/DÍA | LIBRAS/DÍA |
|--------------------------|---------------|----------------|
| Santa Ana | 180 | 369,900 |
| San Sebastián Salitrillo | 14.16 | 31,223 |
| Chalchuapa | 25.72 | 56,713 |
| El Congo | 24 | 52,920 |
| TOTAL | 243.88 | 537,755 |

Utilizando los porcentajes de cada uno de los materiales encontrados en cada uno de los municipios, obtenemos las siguientes tablas.

| material | Santa Ana | | San Sebastián Salitrillo | | Chalchuapa | | El Congo | |
|--------------|----------------|--|--------------------------|--|----------------|--|----------------|--|
| | % | Cantidad de material recolectado diariamente(libs) | % | Cantidad de material recolectado diariamente(libs) | % | Cantidad de material recolectado diariamente(libs) | % | Cantidad de material recolectado diariamente(libs) |
| Plástico | 5.66% | 22,483.96 | 4.83% | 1,508.60 | 5.64% | 3,200.24 | 6.60% | 3,491.88 |
| Aluminio | 0.53% | 2,106.21 | 0.87% | 270.29 | 0.77% | 439.01 | 1.37% | 722.46 |
| Papel | 3.13% | 12,421.29 | 2.20% | 688.02 | 2.85% | 1,617.40 | 4.44% | 2,347.50 |
| Cartón | 3.17% | 12,585.38 | 2.95% | 920.87 | 3.63% | 2,056.41 | 1.25% | 662.73 |
| Vidrio | 5.30% | 21,029.01 | 0.45% | 140.49 | 2.36% | 1,340.13 | 0.00% | 0.00 |
| Metales | 4.97% | 19,714.70 | 0.49% | 153.12 | 1.45% | 820.35 | 3.64% | 1,927.52 |
| Cuero | 0.30% | 1,192.82 | 1.03% | 320.58 | 1.43% | 808.70 | 0.34% | 180.61 |
| Durapax | 0.53% | 2,098.48 | 0.31% | 97.43 | 1.04% | 588.73 | 0.68% | 361.23 |
| Textiles | 1.51% | 5,999.45 | 1.59% | 495.01 | 0.88% | 496.87 | 3.53% | 1,865.87 |
| Orgánico | 59.30% | 235,375.39 | 62.91% | 19,641.91 | 72.56% | 41,151.45 | 54.49% | 28,838.57 |
| Otros | 15.59% | 61,893.30 | 22.38% | 6,986.68 | 7.39% | 4,193.70 | 23.66% | 12,521.63 |
| TOTAL | 100.00% | 396,900.00 | 100.00% | 31,223.00 | 100.00% | 56,713.00 | 100.00% | 52,920.00 |

Anexo 3.5

Calculo de la generación de materiales inorgánicos por parte de los municipios del Departamento de Santa Ana que no fueron incluidos en el diagnóstico.

A continuación se muestra la siguiente tabla con las toneladas que genera cada municipio.

| MUNICIPIO | TONELADAS/DÍA | LIBRAS/DÍA |
|-------------------------|----------------------|-------------------|
| Candelaria la Frontera | 1.94 | 4,277.70 |
| Coatepeque | 4.57 | 10,076.85 |
| El Porvenir | 0.4 | 882.00 |
| Masahuat | 0.07 | 154.35 |
| Metapán | 8.69 | 19,161.45 |
| Texistepeque | 1.48 | 3,263.40 |
| Santiago de la Frontera | 1.16 | 2,557.8 |
| Santa Rosa Guachipilín | 0.46 | 1,014.3 |
| San Antonio Pajonal | 0.85 | 1,874.25 |

Con los porcentajes promedio encontrados en el diagnóstico de los desechos sólidos de cada uno de los materiales a separar, calculamos las cantidades de cada material que generan los municipios descritos en la tabla anterior.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

| Material | Recolección diaria (lbs) | | | | | | | | | | Total (lbs) | Total (ton) |
|--------------|--------------------------|------------------------|-------------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------|
| | Municipios | | | | | | | | | | | |
| | % | Candelaria la Frontera | Coatepeque | El Porvenir | Masahuat | Metapán | Texistepeque | Santiago de la Frontera | Santa Rosa Guachipilín | San Antonio Pajonal | | |
| Plástico | 5.68% | 243.164 | 572.815 | 50.137 | 8.774 | 1,089.225 | 185.507 | 145.397 | 57.658 | 106.541 | 2,459.218 | 1.115 |
| Aluminio | 0.88% | 37.811 | 89.070 | 7.796 | 1.364 | 169.369 | 28.845 | 22.609 | 8.965 | 16.567 | 382.396 | 0.173 |
| Papel | 3.16% | 134.972 | 317.950 | 27.829 | 4.870 | 604.592 | 102.968 | 80.705 | 32.004 | 59.137 | 1,365.028 | 0.619 |
| Cartón | 2.75% | 117.622 | 277.078 | 24.252 | 4.244 | 526.872 | 89.732 | 70.330 | 27.890 | 51.535 | 1,189.555 | 0.539 |
| Vidrio | 2.03% | 86.744 | 204.340 | 17.885 | 3.130 | 388.560 | 66.176 | 51.868 | 20.568 | 38.006 | 877.277 | 0.398 |
| Metales | 2.64% | 112.786 | 265.686 | 23.255 | 4.070 | 505.211 | 86.043 | 67.439 | 26.743 | 49.416 | 1,140.648 | 0.517 |
| Cuero | 0.77% | 33.094 | 77.957 | 6.823 | 1.194 | 148.239 | 25.247 | 19.788 | 7.847 | 14.500 | 334.688 | 0.152 |
| Durapax | 0.64% | 27.393 | 64.528 | 5.648 | 0.988 | 122.703 | 20.898 | 16.379 | 6.495 | 12.002 | 277.035 | 0.126 |
| Textiles | 1.87% | 80.195 | 188.913 | 16.535 | 2.894 | 359.225 | 61.180 | 47.952 | 19.015 | 35.137 | 811.046 | 0.368 |
| Orgánico | 62.32% | 2,665.729 | 6,279.577 | 549.635 | 96.186 | 11,940.815 | 2,033.649 | 1,593.941 | 632.080 | 1,167.974 | 26,959.585 | 12.227 |
| Otros | 17.26% | 738.191 | 1,738.935 | 152.204 | 26.636 | 3,306.640 | 563.156 | 441.393 | 175.035 | 323.434 | 7,465.625 | 3.386 |
| TOTAL | 100.00% | 4,277.700 | 10,076.850 | 882.000 | 154.350 | 19,161.450 | 3,263.400 | 2,557.800 | 1,014.300 | 1,874.250 | 43,262.100 | 19.62 |

Anexo 4.1

Cálculo para la proyección de la generación de los desechos sólidos.

Los datos históricos de los desechos sólidos proporcionados por los gerentes de medio ambiente de Chalchuapa, el Congo, San Sebastián Salitrillo y Santa Ana, se presentan en la siguiente tabla.

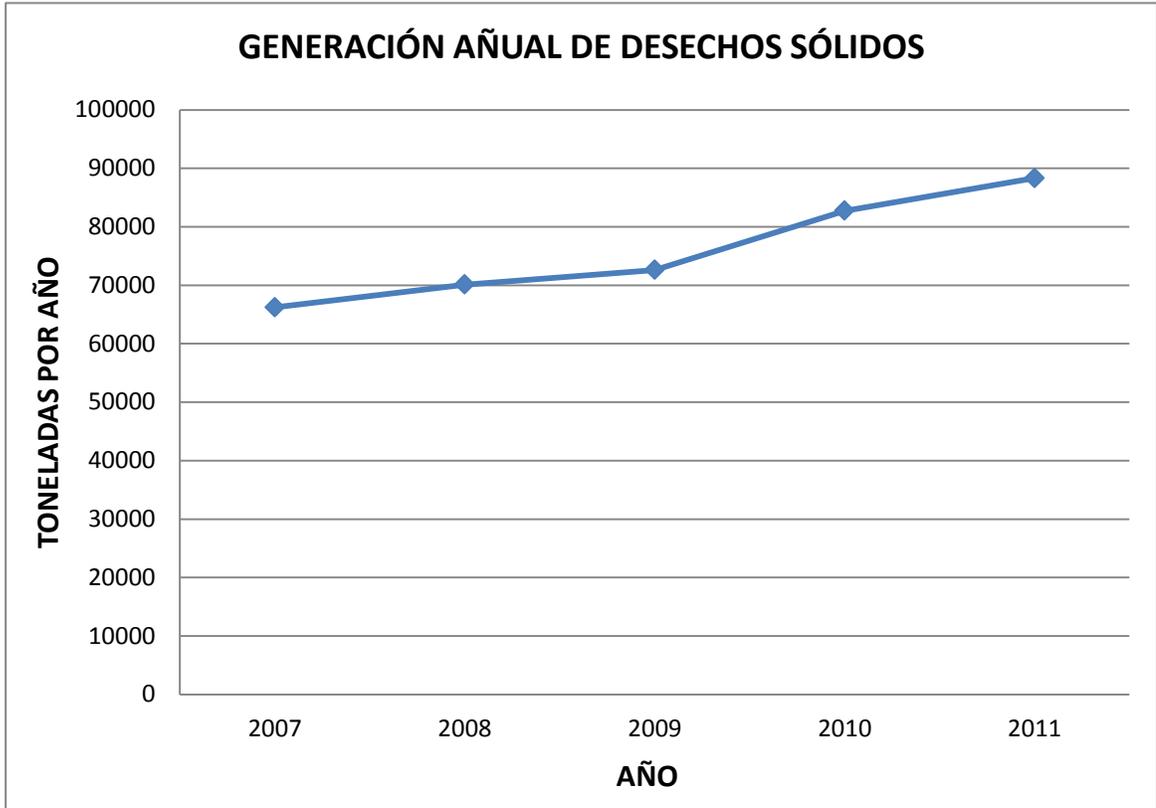
Comportamiento histórico de la generación de los desechos sólidos 2007-2011.

| Año | Generación (Ton) |
|------------|-----------------------------|
| 2007 | 66217.35 |
| 2008 | 70109.5 |
| 2009 | 72619.98 |
| 2010 | 82736.84 |
| 2011 | 88312.44 |

Fuente: Elaboración propia, con datos de MARN.

Al graficar dichos datos se puede observar que este tiende a una línea recta (ver gráfico), la cual debe ser ajustada para poder llevar a cabo una proyección adecuada.

Composición histórica de la generación de los desechos sólidos.



Para justificar la regresión lineal se calcula el coeficiente de correlación para dichos datos, esto se hizo por medio de la fórmula:

$$r = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad \text{Coeficiente de correlación lineal}$$

El resultado de dicho cálculo es de $r = 0.98$, lo cual indica que la relación entre los datos es muy alta.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Una vez comprobada la relación de los datos se lleva a cabo el cálculo de los elementos de la ecuación de regresión, la cual es $Y = a + bX$, por medio de las siguientes formulas:

$$a = \frac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma XY}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

Los datos a sustituir en las formulas se presentan en la tabla 2.

Datos para sustituir en fórmulas de “a” y “b”

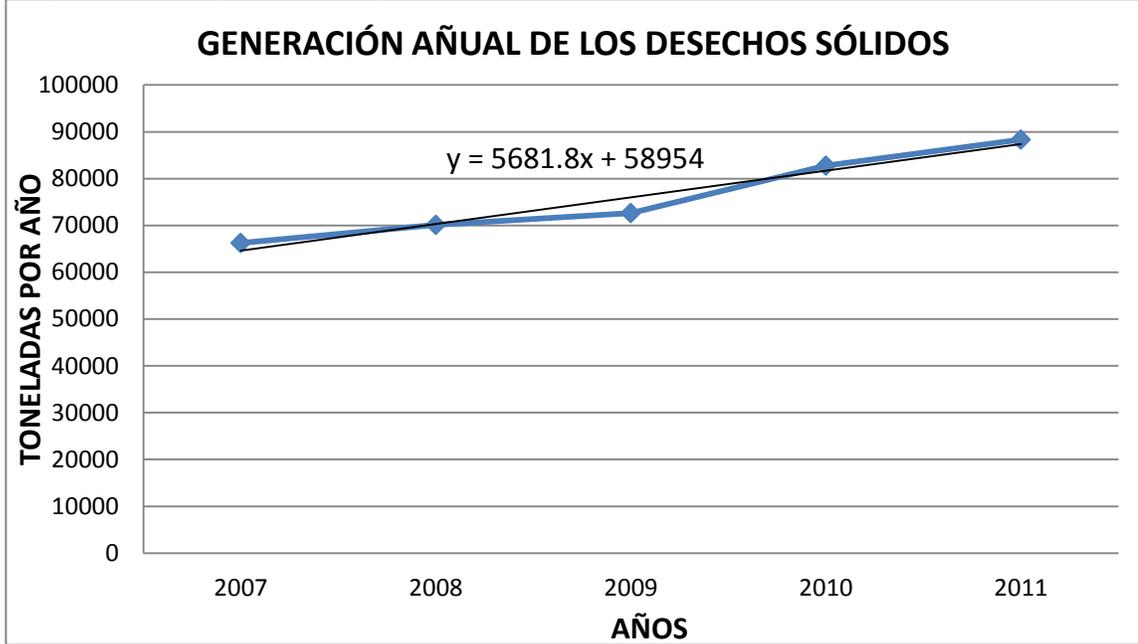
| Año | Generación (Ton) (Y) | X | X ² | XY |
|----------|----------------------|-----------|----------------|------------------|
| 2007 | 66,217.35 | 1 | 1 | 66,217.35 |
| 2008 | 70,109.5 | 2 | 4 | 140,219 |
| 2009 | 72,619.98 | 3 | 9 | 217,859.9 |
| 2010 | 82,736.84 | 4 | 16 | 330,947.4 |
| 2011 | 88,312.44 | 5 | 25 | 441,562.2 |
| Σ | 379,996.11 | 15 | 55 | 1,196,806 |

Con la sustitución de estos datos en las formulas se obtuvo los siguientes valores: $a = 58,953.966$ y $b = 5,681.752$, con lo cual se presenta la fórmula para llevar a cabo el cálculo de la proyección de los años requeridos:

$$Y = 5,681.752X + 58,953.966.$$

A continuación se presenta el grafico que se genera.

Ajuste de la gráfica de generación de desechos sólidos a una línea recta.

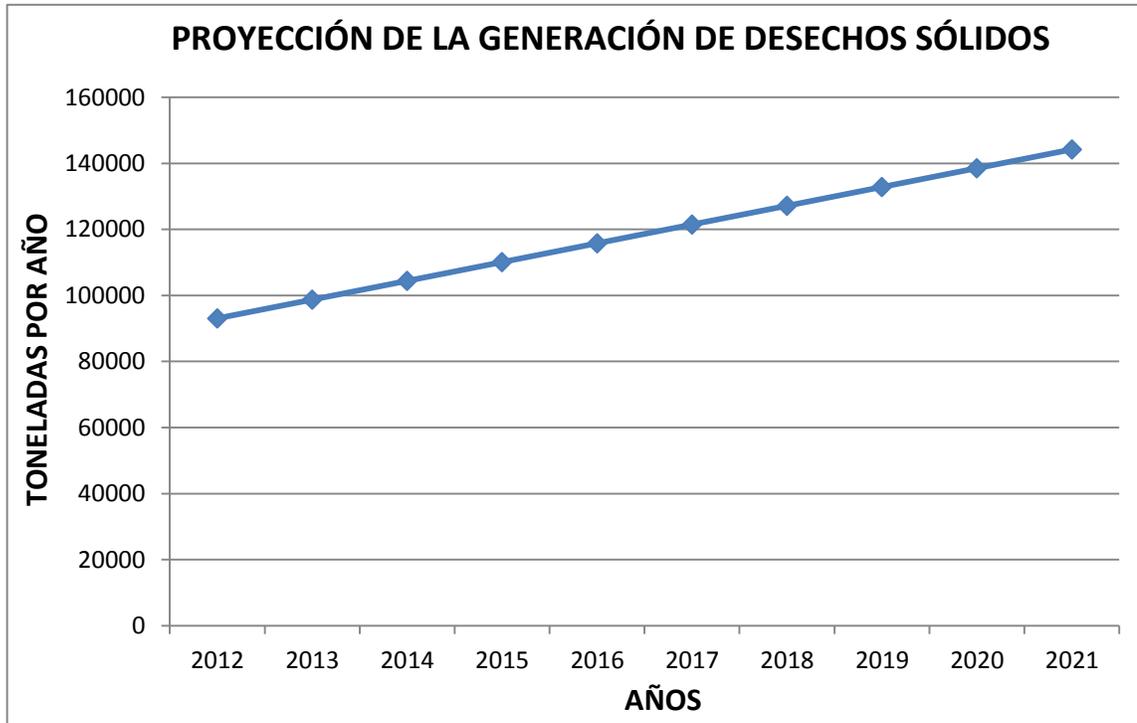


Al sustituir los años del 6 al 15, los cuales corresponderían a los años 2012 a 2021, en X se obtienen los siguientes valores para (Y).

Generación de los desechos sólidos proyectada 2012 a 2021.

| Año | Generación (Ton) |
|------|------------------|
| 2012 | 93,044.478 |
| 2013 | 98,726.23 |
| 2014 | 104,407.982 |
| 2015 | 110,089.734 |
| 2016 | 115,771.486 |
| 2017 | 121,453.238 |
| 2018 | 127,134.99 |
| 2019 | 132,816.742 |
| 2020 | 138,498.494 |
| 2021 | 144,180.246 |

Proyección de generación de desechos sólidos.



Anexo 4.2

Cálculo para la proyección de la generación de los desechos sólidos de los municipios restantes del municipio de Santa Ana.

Los datos históricos de los desechos sólidos proporcionados por el MARN, se presentan en la siguiente tabla.

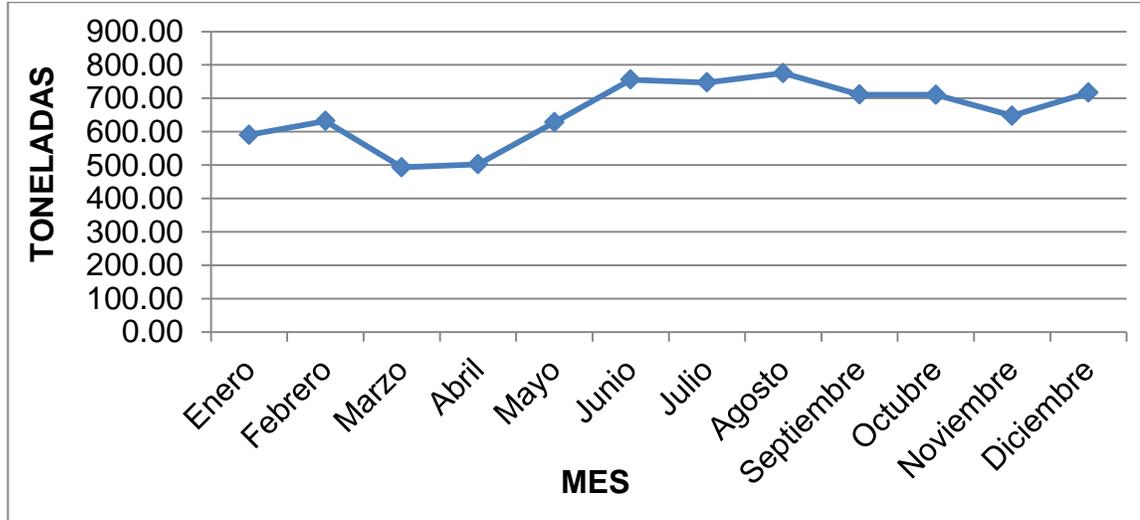
Comportamiento histórico de la generación de los desechos sólidos en el periodo comprendido entre enero a diciembre de 2011.

| Mes | Generación (Ton) |
|------------|-------------------------|
| Enero | 590.62 |
| Febrero | 632.01 |
| Marzo | 492.97 |
| Abril | 502.00 |
| Mayo | 627.90 |
| Junio | 755.99 |
| Julio | 747.13 |
| Agosto | 775.41 |
| Septiembre | 710.83 |
| Octubre | 710.73 |
| Noviembre | 647.62 |
| Diciembre | 716.76 |

Fuente: Elaboración propia con datos de MARN.

Al graficar dichos datos se puede observar que este tiende a una línea recta (ver gráfico), la cual debe ser ajustada para poder llevar a cabo una proyección adecuada.

Composición histórica de la generación de los desechos sólidos.



Para justificar la regresión lineal se calcula el coeficiente de correlación para dichos datos, esto se hizo por medio de la fórmula:

$$r = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad \text{Coeficiente de correlación lineal}$$

El resultado de dicho cálculo es de $r = 0.61$, lo cual indica que la relación entre los datos es moderada.

Una vez comprobada la relación de los datos se lleva a cabo el cálculo de los elementos de la ecuación de regresión, la cual es $Y = a + bX$, por medio de las siguientes formulas:

$$a = \frac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma XY}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

Los datos a sustituir en la formulas se presentan en la tabla siguiente.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Datos para sustituir en fórmulas de “a” y “b”

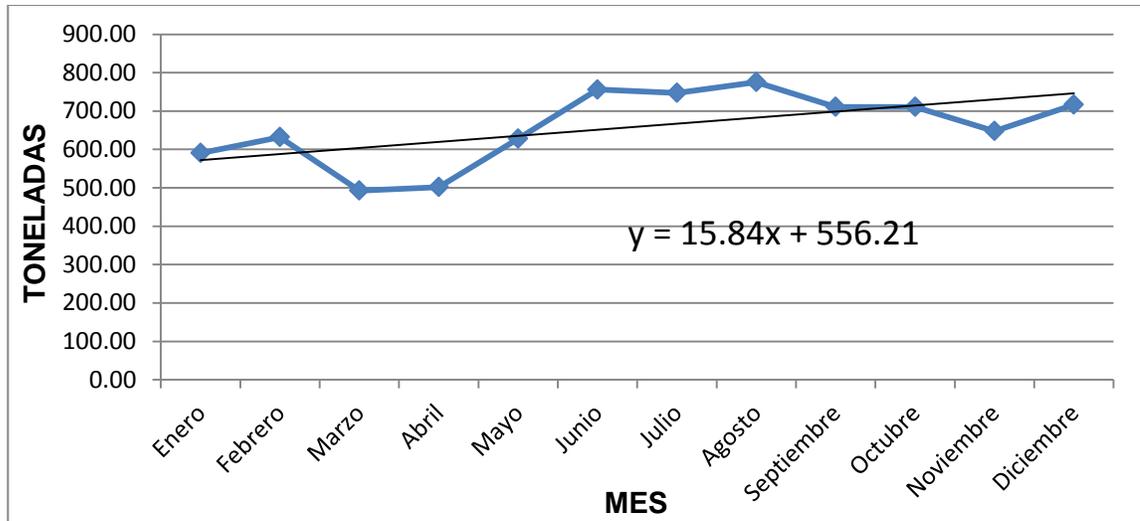
| Mes (X) | Generación (Ton) (Y) | X | X ² | XY | Y ² |
|------------|----------------------|-----------|----------------|-------------------|-------------------|
| Enero | 590.62 | 1 | 1 | 590.617126 | 348828.59 |
| Febrero | 632.01 | 2 | 4 | 1264.0295 | 399442.647 |
| Marzo | 492.97 | 3 | 9 | 1478.90561 | 243017.979 |
| Abril | 502.00 | 4 | 16 | 2008.00971 | 252006.438 |
| Mayo | 627.90 | 5 | 25 | 3139.48724 | 394255.205 |
| Junio | 755.99 | 6 | 36 | 4535.925 | 571517.1 |
| Julio | 747.13 | 7 | 49 | 5229.8913 | 558199.244 |
| Agosto | 775.41 | 8 | 64 | 6203.31574 | 601267.597 |
| Septiembre | 710.83 | 9 | 81 | 6397.44298 | 505275.021 |
| Octubre | 710.73 | 10 | 100 | 7107.34084 | 505142.938 |
| Noviembre | 647.62 | 11 | 121 | 7123.77516 | 419406.385 |
| Diciembre | 716.76 | 12 | 144 | 8601.17285 | 513751.211 |
| Σ | 7909.97 | 78 | 650 | 53679.9131 | 5312110.36 |

Con la sustitución de estos datos en las formulas se obtuvo los siguientes valores: $a = 556.21$ y $b = 15.84$, con lo cual se presenta la fórmula para llevar a cabo el cálculo de la proyección de los años requeridos:

$$Y = 15.84X + 556.21.$$

A continuación se presenta el grafico que se genera.

Ajuste de la gráfica de generación de desechos sólidos a una línea recta.



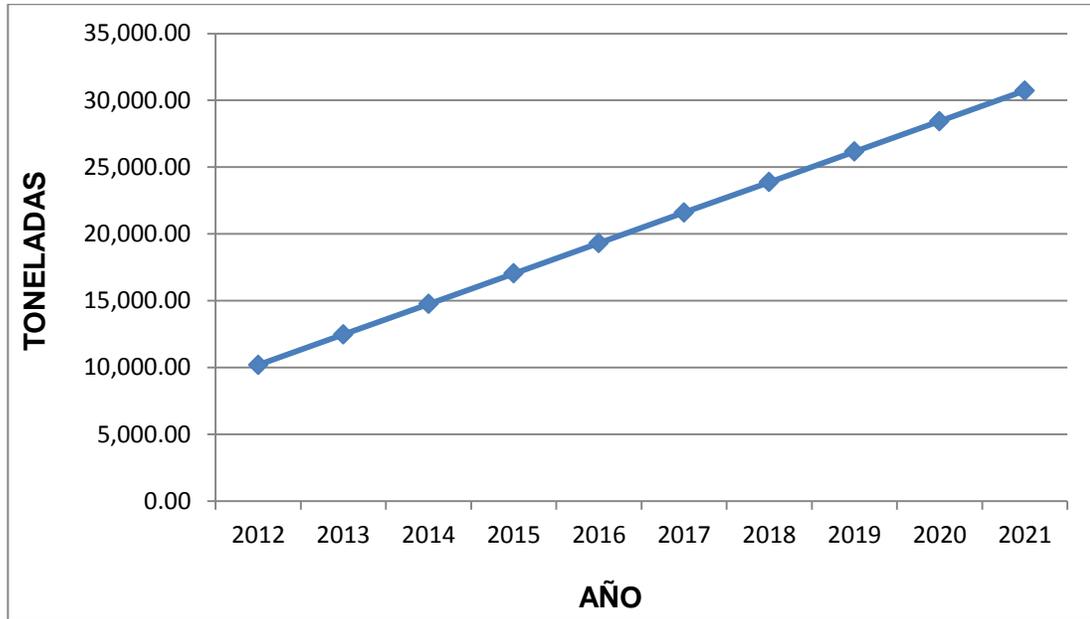
Al sustituir el mes del 13 al 132, los cuales corresponderían a los años 2012 al 2021 en X, se obtienen los siguientes valores (Y).

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Generación de los desechos sólidos proyectada 2012 a 2021.

| mes | x | 2012 | x | 2013 | x | 2014 | x | 2015 | x | 2016 | x | 2017 | x | 2018 | x | 2019 | x | 2020 | x | 2021 |
|------------|----|--------|----|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|---------|----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| Enero | 13 | 762.13 | 25 | 952.21 | 37 | 1142.29 | 49 | 1332.37 | 61 | 1522.45 | 73 | 1712.53 | 85 | 1902.61 | 97 | 2092.69 | 109 | 2282.77 | 121 | 2472.85 |
| Febrero | 14 | 777.97 | 26 | 968.05 | 38 | 1158.13 | 50 | 1348.21 | 62 | 1538.29 | 74 | 1728.37 | 86 | 1918.45 | 98 | 2108.53 | 110 | 2298.61 | 122 | 2488.69 |
| Marzo | 15 | 793.81 | 27 | 983.89 | 39 | 1173.97 | 51 | 1364.05 | 63 | 1554.13 | 75 | 1744.21 | 87 | 1934.29 | 99 | 2124.37 | 111 | 2314.45 | 123 | 2504.53 |
| Abril | 16 | 809.65 | 28 | 999.73 | 40 | 1189.81 | 52 | 1379.89 | 64 | 1569.97 | 76 | 1760.05 | 88 | 1950.13 | 100 | 2140.21 | 112 | 2330.29 | 124 | 2520.37 |
| Mayo | 17 | 825.49 | 29 | 1015.57 | 41 | 1205.65 | 53 | 1395.73 | 65 | 1585.81 | 77 | 1775.89 | 89 | 1965.97 | 101 | 2156.05 | 113 | 2346.13 | 125 | 2536.21 |
| Junio | 18 | 841.33 | 30 | 1031.41 | 42 | 1221.49 | 54 | 1411.57 | 66 | 1601.65 | 78 | 1791.73 | 90 | 1981.81 | 102 | 2171.89 | 114 | 2361.97 | 126 | 2552.05 |
| Julio | 19 | 857.17 | 31 | 1047.25 | 43 | 1237.33 | 55 | 1427.41 | 67 | 1617.49 | 79 | 1807.57 | 91 | 1997.65 | 103 | 2187.73 | 115 | 2377.81 | 127 | 2567.89 |
| Agosto | 20 | 873.01 | 32 | 1063.09 | 44 | 1253.17 | 56 | 1443.25 | 68 | 1633.33 | 80 | 1823.41 | 92 | 2013.49 | 104 | 2203.57 | 116 | 2393.65 | 128 | 2583.73 |
| Septiembre | 21 | 888.85 | 33 | 1078.93 | 45 | 1269.01 | 57 | 1459.09 | 69 | 1649.17 | 81 | 1839.25 | 93 | 2029.33 | 105 | 2219.41 | 117 | 2409.49 | 129 | 2599.57 |
| Octubre | 22 | 904.69 | 34 | 1094.77 | 46 | 1284.85 | 58 | 1474.93 | 70 | 1665.01 | 82 | 1855.09 | 94 | 2045.17 | 106 | 2235.25 | 118 | 2425.33 | 130 | 2615.41 |
| Noviembre | 23 | 920.53 | 35 | 1110.61 | 47 | 1300.69 | 59 | 1490.77 | 71 | 1680.85 | 83 | 1870.93 | 95 | 2061.01 | 107 | 2251.09 | 119 | 2441.17 | 131 | 2631.25 |
| Diciembre | 24 | 936.37 | 36 | 1126.45 | 48 | 1316.53 | 60 | 1506.61 | 72 | 1696.69 | 84 | 1886.77 | 96 | 2076.85 | 108 | 2266.93 | 120 | 2457.01 | 132 | 2647.09 |
| Σ | | 10191 | | 12471.96 | | 14752.92 | | 17033.88 | | 19314.84 | | 21595.8 | | 23876.76 | | 26157.72 | | 28438.68 | | 30719.64 |

Proyección de generación de desechos sólidos.



Anexo 5.1

Calculo de los costos de mano de obra directa e indirecta.

Los costos por operario para cumplir con los requisitos legales se muestran a continuación:

- ❖ Pago de AFP: Se considera el pago del 6.75% del salario devengado para la AFP. Fuente: superintendencia de pensiones.
- ❖ Pago del ISSS: Este pago equivale a un 8.5% sobre el salario devengado por el trabajador hasta un máximo de \$685.71.
- ❖ Aguinaldo: Según el artículo 198 del código de trabajo, la cantidad mínima que deberá pagarse al trabajador como prima en concepto de aguinaldo será:
Para quien tuviere un año o más y menos de tres años de servicio, la prestación equivalente al salario de 10 días y para quien tuviere tres años o más y menos de diez años de servicio, la prestación equivalente al salario de quince días.
- ❖ Vacaciones: según el artículo 177 del código de trabajo, después de un año de trabajo continuo en la misma empresa, los trabajadores tendrán derecho a un periodo de vacación cuya duración será de 15 días, los cuales serán remunerados con una prestación equivalente al salario ordinario correspondiente a dicho lapso más un 30% del mismo. Es decir $(\text{salario mensual}/30\text{días}) * 15 \text{ días} * 1.3$.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Costo de mano de obra directa

| PUESTO | N° DE PLAZAS | SUELDO UNITARIO | ISSS | AFP | SUELDO MENSUAL | VACACIÓN ANUAL REMUNERADAS | AGUINALDO | SUELDO ANUAL | SUELDO ANUAL TOTAL |
|--|--------------|-----------------|-------|-------|----------------|----------------------------|-----------|--------------|--------------------|
| Operario de planta | 45 | 200 | 17 | 13.50 | 230.50 | 130 | 66.67 | 2962.67 | 133,320 |
| Operario de balanza | 1 | 200 | 17 | 13.50 | 230.50 | 130 | 66.67 | 2962.67 | 2,962.67 |
| Operario de pala mecánica | 2 | 220 | 18.7 | 14.85 | 253.55 | 143 | 73.33 | 3258.93 | 6,517.87 |
| Operario de camión de volqueo | 3 | 215 | 18.28 | 14.51 | 247.79 | 139.75 | 71.67 | 3184.87 | 9,554.60 |
| Operario de prensa hidráulica | 1 | 250 | 21.25 | 16.88 | 288.12 | 162.5 | 83.33 | 3703.33 | 3,703.33 |
| Operario de transporte para almacenaje | 1 | 215 | 18.28 | 14.51 | 247.79 | 139.75 | 71.67 | 3184.87 | 3,184.87 |
| TOTAL | | | | | | | | | 159,243.33 |

Salario unitario: estimado por el investigador, tomando como referencia el salario mínimo de la industria y estructura organizativa de la empresa.

Salario mensual: Salario unitario + ISSS + AFP.

Salario anual: (Salario mensual * 12) + vacación anual remuneradas + aguinaldo.

Salario anual total: Salario anual * N° de plazas.

Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

Costo de mano de obra indirecta

| PUESTO | N° DE PLAZAS | SUELDO UNITARIO | ISSS | AFP | SUELDO MENSUAL | VACACIÓN ANUAL REMUNERADAS | AGUINALDO | SUELDO ANUAL | SUELDO ANUAL TOTAL |
|----------------------------------|--------------|-----------------|-------|--------|----------------|----------------------------|-----------|--------------|--------------------|
| Supervisor de almacenaje | 1 | 250 | 21.25 | 16.88 | 288.12 | 162.50 | 83.33 | 3703.33 | 3703.33 |
| Jefe de operaciones de la planta | 1 | 215 | 18.28 | 14.512 | 247.79 | 139.75 | 71.67 | 3184.87 | 3184.87 |
| TOTAL | | | | | | | | | 6888.20 |

El porcentaje de seguro social ISSS y fondo de afiliación AFP se conservan.

Costo por mantenimiento

| PUESTO | N° DE PLAZAS | SUELDO UNITARIO | ISSS | AFP | SUELDO MENSUAL | VACACIÓN ANUAL REMUNERADAS | AGUINALDO | SUELDO ANUAL | SUELDO ANUAL TOTAL |
|-----------------------|--------------|-----------------|-------|-------|----------------|----------------------------|-----------|--------------|--------------------|
| Jefe de mantenimiento | 1 | 350 | 29.75 | 23.62 | 403.38 | 227.50 | 116.67 | 5184.67 | 5,184.67 |
| Mecánico | 1 | 200 | 17.00 | 13.50 | 230.50 | 130.00 | 66.67 | 2,962.67 | 2,962.76 |
| TOTAL | | | | | | | | | 8,147.33 |

Anexo 4.1 Características técnicas de maquinaria y equipo en la planta de separación de desechos sólidos.

❖ Montacargas



Especificaciones del montacargas

| | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Capacidad de carga | 5,500 lb. |
| Centro de la carga | 24" |
| Energía | 48 Voltios |
| Tipo de neumático | Amortiguador |
| Anchura total | Paso estándar = 45.2 in |
| | Paso ancho = 48 in |
| Radio de giro | 80.9 in |
| Mástil | Altura de elevación = 188 in |
| | Altura de elevación libre = 38 in |
| Longitud principal | 87.4 in |
| Altura | Mástil extendido = 236 in |
| | Mástil recogido = 83 in |
| Distancia de la carga | Del centro de rueda a carga = 15.8 in |
| Distancia entre ejes de ruedas | Frontal y trasera = 54.7 in |
| Anchura entre ruedas laterales | Base de la rueda = 4.8 in |
| Separación entre tierra y carga | Punto más bajo = 3 in |

❖ Pala mecánica

- 1600 kg de carga de peso.
- 1m³ capacidad del cucharón.
- Peso 3,000kg.
- Velocidad 20 kilómetros/h.
- Motor de 44HP de potencia.
- Modelo de motor 4 cilindros motor diésel.
- Volcado de 2,900m.
- Dimensión total 4,900x1,660x2,800mm



❖ Trómel

- Capacidad 100 m³/h.
- Cubierta protectora de polvo.
- Diámetro: 2 m.
- Longitud: 5 m.
- Potencia de motor: 11 kW.
- Inclinação del trómel de 4°.
- El trómel se carga en rodillos resistentes.
- Cepillo limpiador.



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

❖ Electroimán.



- Anchura: 930 mm.
- Longitud 1,675 mm.
- Distancia máxima a la transportadora: 350 mm.
- Absorción potencia nominal: 4.8 kW.
- Construcción: compuesto de 2 cilindros, uno motriz y otro conducido y por una cinta de caucho con perfiles de arrastre.

❖ Prensa hidráulica



Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

- Modelo: PC30
- Potencia: 22 KW.
- Empuje: 50 toneladas.
- Numero de ciclos por minuto: 4 ciclos/min.
- Tamaño de la paca: 80 x 80 cm.
- Producción: 5-6 ton/h.
- Producción en volumen: 230 m³/h.
- Ataduras: 4 cables.
- Tamaño de la tolva: 170 x 1,500mm.
- Ancho: 4,880mm.
- Largo: 8,200mm.
- Fabricante / distribuidor: COPERM.
- País: Italia.

❖ Banda transportadora



- Modelo: TGS 1,200
- Material de construcción: caucho
- Fabricante / distribuidor: COPERM.
- Anchura interior: 1000 mm.
- Anchura total: 1200 mm.
- Longitud: 19000 mm.
- Espesor: 8 mm.
- Velocidad de la cinta deslizante: 0 – 30 m/min.
- Diámetro de tambor 4.1 de remolque ϕ 320 mm.
- Potencia: 3 KW.
- Fuente de alimentación: 400 V – 50 Hz – 3 fases.
- Velocidad variable
- Diámetro de los rodillos: 89 mm.
- Longitud de los rodillos: 1000 mm.

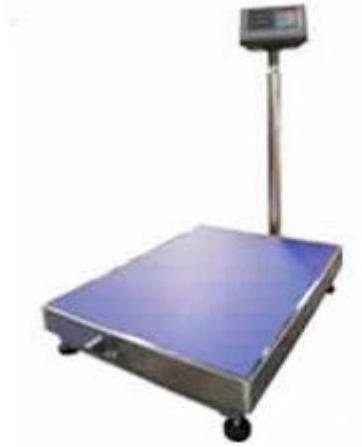
Propuesta de diseño de una planta de separación de desechos sólidos en el nuevo relleno sanitario del departamento de Santa Ana

❖ Banda transportadora para prensa.

- Modelo: TM100_12
- Fabricante / proveedor: COPARM
- Diseño de flujo: 5 ton/h.
- Rango de operación: 50 ton/h.
- Anchura total: 1470 mm.
- Anchura interior útil: 1130 mm.
- Longitud parte plana: 5000 mm.
- Longitud parte inclinada: 8538 mm.
- Potencia instalada: 2.2KW.
- Consumo de energía: 1.2 KW/H.
- Fuente de alimentación: 400V – 50 Hz – 3 fases
- Espesor: 8mm.



❖ Bascula.



Modelo: TCS-A600KG

Capacidad 600Kg

Escala 100g

Resolución 40006

Batería AC 110V 50/60 HZ

Temperatura 0 - 40°C

Dimensión de la Bandeja 80 x 60cm