



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO DE
DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE IPALA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

Eileen Marisabel Morales Pérez

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, enero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO DE
DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE IPALA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EILEEN MARISABEL MORALES PÉREZ
ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecún Castellanos
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE IPALA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2010.



Eileen Marisabel Morales Pérez

Ingeniero

Cesar Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad De San Carlos De Guatemala

Ingeniero Urquizú.

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que, luego de haber revisado el trabajo de graduación, titulado

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS
EN LA CABECERA MUNICIPAL DE IPALA, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA.**

el cual fue presentado por la estudiante EILEEN MARISABEL MORALES PÉREZ y después de haber realizado las correcciones convenientes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo llena los requisitos necesarios para someter a discusión en su examen General Publico y recomiendo su aprobación para el efecto.

Atentamente,


Ing. Renaldo Girón Alvarado
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5977



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE IPALA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por la estudiante universitaria **Eileen Marisabel Morales Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ana Beatriz Pineda Quiñonez
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 10,725

Inga. Ana Beatriz Pineda Quiñonez
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE IPALA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por la estudiante universitaria **Eileen Marisabel Morales Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2012.

/mgp



DTG. 020.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE IPALA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por la estudiante universitaria **Eileen Marisabel Morales Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 19 de enero de 2012.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida, darme tantas oportunidades, alegrías y bendiciones.
Mis padres	Por su ejemplo, su incondicional amor, guiarme, y apoyarme siempre, este logro también es de ustedes que han luchado por mí y junto a mí durante toda la vida.
Mi hermano	Por su apoyo, sus consejos y amor incondicional durante toda mi vida.
Mi hija	Por ser el motor de mi vida, llenarla de alegrías y esperanza.
Mi esposo	Por ser mi compañero de vida, por su infinito amor y apoyo, sin tí, este logro tampoco hubiera sido posible.
Mi familia	Por su apoyo, consejos, alegrarse de mis logros y acompañarme en todos los momentos de la vida.
Mis amigos	Por los momentos vividos durante la vida universitaria, dentro y fuera de ella; alegrías, tristezas, desvelos, triunfos, por brindarme su apoyo, y cariño, sigamos adelante todavía nos quedan muchas metas por alcanzar.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por permitirme, alcanzar este momento tan importante en mi vida.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de recibir un estudio Universitario, por ser la única universidad pública, apoyando así, a muchísimos jóvenes guatemaltecos que como yo llegan con muchos sueños con deseos de hacer realidad.

Ing. Renaldo Girón

Por asesorar mi trabajo de graduación, brindarme su apoyo, sus conocimientos, y por ser un excelente profesional.

Mis padrinos

Por ser un ejemplo de lucha, por su calidad humana, y por ser un digno ejemplo a seguir.

**A la Municipalidad de
Ipala, Chiquimula.**

Por abrirme las puertas y brindarme su apoyo.

2.	ESTUDIO TÉCNICO – INGENIERÍA	
2.1.	Tamaño de la planta	23
2.1.1.	Capacidad de la planta	23
2.1.2.	Condicionantes del tamaño	24
2.2.	Localización de la planta	24
2.2.1.	Macro localización	25
2.2.2.	Micro localización	25
2.3.	Alternativa para la disposición final de los residuos sólidos	25
2.3.1.	Relleno Sanitario	27
2.4.	Proceso de producción	28
2.4.1.	Pre recolección	29
2.4.2.	Recolección	30
2.4.3.	Limpieza	31
2.4.4.	Vertido controlado	31
2.4.5.	Separación de desechos	32
2.4.6.	Preparación de compost	34
2.4.7.	Centro de acopio de materiales reciclables	36
2.4.7.1.	Mercado de los materiales reciclables	37
2.4.7.2.	Empresas recicladoras guatemaltecas	37
2.4.8.	Disposición final	39
2.5.	Descripción de las instalaciones	39
3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO – LEGAL	
3.1.	Planeación Estratégica del Proyecto	49
3.1.1.	Análisis FODA	49
3.1.2.	Misión	50

3.1.3.	Visión	50
3.1.4.	Metas	51
3.2.	Recurso humano	52
3.2.1.	Cálculo de personal necesario	52
3.2.2.	Planilla de salarios	53
3.2.3.	Descripción y perfil de puestos	57
3.3.	Aspectos Legales y fiscales	67
3.3.1.	Constitución política de la republica de Guatemala	67
3.3.1.1.	Sección Séptima, artículo 97	67
3.3.2.	Ley de impuesto sobre la renta	68
3.3.2.1.	Artículo 6	68
3.3.3.	Código tributario	68
3.3.3.1.	Capítulo I, Artículo 1	68
3.3.4.	Código de Trabajo	69
3.3.5.	Código Municipal	69
3.3.6.	Legislación ambiental	70
3.3.6.1.	Ley de protección y mejora del ambiente	71
3.3.6.1.1.	Capítulo I, artículo 8	71
3.3.6.1.2.	Capítulo II, artículo 15	71
3.3.6.1.3.	Capítulo V, artículo 18	72
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
4.1.	Situación ambiental del área	73
4.1.1.	Descripción medioambiental del área	73
4.1.2.	Principales actividades económicas del área	73
4.2.	Identificación de riesgos y amenazas	75
4.2.1.	Efectos de los desechos sólidos	77

4.2.1.1.	Directos	77
4.2.1.2.	Indirectos	78
4.2.1.3.	Lixiviación	79
4.2.1.4.	Alteración del sistema hídrico	79
4.2.1.5.	Alteración del sistema edafológico	81
4.2.1.6.	Alteración del aire	82
4.3.	Medidas de mitigación	82
4.3.1.	Etapa de habilitación	83
4.3.2.	Etapa de Operación	84
4.3.2.1.	Transporte de los residuos	84
4.3.2.2.	Esparcido y compactación	84
4.3.2.3.	Emisión de gases y lixívanos	85
4.3.2.3.1	Ventilación de gases	86
4.3.2.3.2	Tratamiento de lixívanos	88
4.3.2.4	Cobertura final	89
4.3.3.	Etapa de post-clausura	90
5.	ESTUDIO ECONÓMICO	
5.1.	Inversión inicial	91
5.1.1.	Costo de terreno	91
5.1.2.	Costo de construcción de planta	92
5.1.3.	Costo de maquinaria y equipo	92
5.1.4.	Costo de mobiliario	93
5.1.5.	Costo de vehículos	94
5.1.6.	Costo de banda de rodamiento	94
5.2.	Costo de Producción	94
5.2.1.	Mano de obra	95
5.2.1.1	Mano de obra directa	95
5.2.1.2	Mano de obra indirecta	95

5.2.2	Mantenimiento de maquinaria y equipo	96
5.2.3	Mantenimiento de planta	97
5.2.4	Mantenimiento de vehículos	97
5.2.5	Costos de servicios	98
6. ESTUDIO FINANCIERO		
6.1.	Estimación de ingresos	101
6.1.1.	Tarifa ordinaria	101
6.1.2.	Cobro por servicios especiales	101
6.1.3.	Venta de compost (abono)	102
6.1.4.	Venta de reciclables	102
6.1.5.	Proyección de ingresos	102
6.1.6.	Ingresos y beneficios	106
6.2.	Indicadores de rentabilidad	106
6.2.1.	Flujo de caja	106
6.2.2.	Valor actual neto	109
6.2.3.	Relación beneficio costo	110
6.3.	Análisis de sensibilidad	111
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES		115
BIBLIOGRAFÍA		117
APÉNDICE		119
ANEXOS		121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Cabecera municipal de Ipala, Chiquimula	4
2.	Servicio de recolección de residuos sólidos	8
3.	Precio que está dispuesto a pagar	9
4.	Mayor concentración de residuos sólidos	9
5.	Frecuencia en que se recolectan los residuos sólidos	10
6.	Disposición de usar bolsas de diferentes colores	10
7.	Mejor medio de divulgación	11
8.	Entidad responsable de resolver la problemática de los desechos sólidos	11
9.	¿Conoce dónde se desechan los residuos sólidos?	12
10.	¿Está de acuerdo con la ubicación donde se desechan los residuos actualmente?	12
11.	¿Está de acuerdo con clasificar la basura en su vivienda?	13
12.	Cobertura del servicio en base del resultado de la pregunta 1	18
13.	Regularidad del servicio en base al resultado de la pregunta 4	19
14.	Disposición de pago por recibir el servicio en base al resultado de la pregunta 2	20
15.	Mapa de Guatemala	24
16.	Mapa de Chiquimula	25
17.	Mapa de Ipala, Chiquimula	26
18.	Mapa localización de planta	26
19.	Esquema de un relleno sanitario	28
20.	Descripción del proceso de producción	29

21.	Vehículo recolector de los desechos sólidos	31
22.	Instalaciones de la planta de tratamiento	33
23.	Equipo de protección personal	33
24.	Producción de compost	35
25.	Elementos que se utilizan para el compost	37
26.	Instalaciones de la planta de tratamiento	40
27.	Descripción de instalaciones de planta de tratamiento	42
28.	Bascula para el control de cantidad de RSU	43
29.	Cabecera municipal de Ipala, Chiquimula dividida en zonas	45
30.	Retroexcavadora cargador 416E	46
31.	Foto balneario Poza de Pila	74
32.	Medioambiente en Ipala	74
33.	Producción de frijol en Ipala	75
34.	Pilas de lixiviación	80
35.	Impermeabilización en relleno sanitario	81
36.	Sistema de bajo costo de recolección de gas producido en un relleno	87

TABLAS

I.	Pronósticos del número de viviendas, comercio e industrias	15
II.	Producción de desechos	16
III.	Proyecciones para la producción de desechos sólidos anuales	17
IV.	Empresas recicladoras en Guatemala	38
V.	Matriz	50
VI.	Personal requerido para el manejo de los desechos sólidos	53
VII.	Planilla de salarios	56
VIII.	Costos de la mano de obra directa	95
IX.	Costos de la mano de obra indirecta	96

X.	Costos de maquinaria y equipo	96
XI.	Costos del mantenimiento de la planta	97
XII.	Costos de mantenimiento de vehículo	98
XIII.	Costos por servicios	98
XIV.	Costos de mitigación	99
XV.	Proyección de ingresos por recolección	103
XVI.	Proyección de ingresos de venta anuales	104
XVII.	Proyección de ingresos anuales	105
XVIII.	Trema	107
XIX.	Flujo de efectivo	108

GLOSARIO

Aguas residuales	Aguas procedentes de actividades domésticas, comerciales, industriales y agropecuarias que presentan características físicas, químicas o biológicas que causan daño a la calidad del agua, suelo, flora, fauna y a la salud humana.
Ambiente	El sistema de elementos bióticos, abióticos, socio económico cultural y estético que interactúa entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven determinando su relación y supervivencia.
Balance general	Relación de los activos, pasivos y capital contable de una entidad en una fecha específica. También se le conoce como el estado de la situación financiera.
Biogás	Gas inflamable producido por la descomposición de la materia orgánica
Capital de trabajo	Activos circulantes que representan la porción de la inversión que circula de una forma a otra en la conducción ordinaria de la empresa.
Celda de control	Área comprendida para la disposición final de los desechos que serán enterrados.

Compost	Abono orgánico 100% natural. Producto de la transformación de la materia orgánica a través del excremento de la coqueta roja.
Contaminación	La presencia y/o introducción de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna, o que degrade la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo o de los bienes y recursos naturales en general.
Coqueta roja	Variedad de lombriz de apetito voraz, consume residuos orgánicos de tipo agropecuario, de la industria, ciudad, mataderos y otros.
Decreto ley	Disposición de carácter legislativo que, sin ser sometido a órgano adecuado, se promulga por el poder ejecutivo, en virtud de alguna excepción circunstancial o permanente, previamente determinada.
Demanda	La cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado.
Desecho sólido	Materia sólida que no tiene ningún valor energético o de recuperación para reciclaje.
Equipo	Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en cualquier proceso de producción.

Humus	Capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales.
Impacto ambiental	Cualquier alteración significativa positiva (beneficiosa) o negativa (dañina) de uno o más de los componentes bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos del ambiente.
Legislación	Conjunto o cuerpo de leyes que integran el derecho positivo vigente en un estado.
Lixiviados	Sustancia compleja formada por partes solubles e insolubles.
Manto freático	Agua acumulada en el subsuelo que puede aprovecharse por medio de pozos.
Medida de mitigación	Acción destinada a prevenir y evitar los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto o reducir la magnitud de los que no puedan ser evitados.
Método de Valor Presente Neto	Método de cálculo de flujo de efectivo que determina la utilidad o pérdida neta monetaria esperada de un proyecto. En este método se descuentan todos los ingresos y egresos futuros esperados de efectivo al momento actual, usando la tasa requerida de rendimiento.

Oferta	La cantidad de bienes o servicios que cierto número de oferentes (productores) dispone al mercado a un precio determinado.
Pasivo	Una obligación económica (deuda), pagadera a una persona u organización ajena al negocio.
Plan de contingencia	Es el plan elaborado para contrarrestar emergencias, tales como: incendios, desastres naturales, derrames de combustible, etc., que pudieran suceder durante la construcción u operación de un proyecto.
Proyecto	Es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.
Residuo sólido	Materia sólida de la cual es posible obtener algún valor energético o de recuperación a través del reciclaje.
RSU	Son los materiales generados por cualquier actividad en los núcleos de población o sus zonas de influencia, ya sea doméstico o de otras actividades generadoras. Generalmente dentro de la población se le conoce como basura urbana.
Salario	Retribución laboral que como cantidad mínima, se fija en los convenios colectivos de condiciones de trabajo.

RESUMEN

Por ser un lugar turístico, el municipio de Ipala necesita tener un estricto control en el manejo de sus desechos sólidos, para mantener el ornato, buena imagen, y por supuesto, cuidar la salud de sus habitantes y de las personas que lo visitan.

El proceso de tratamiento de residuos sólidos está orientado hacia la transformación de la materia orgánica en abono y los materiales inorgánicos en material para reciclaje; y compartir con la población los beneficios de un ambiente limpio, sin riesgos de enfermedades, por la ausencia de higiene ambiental.

Partiendo de un análisis con los resultados de los diferentes estudios que se desarrollan en el proyecto y la utilización de herramientas de la Ingeniería, se encontró que el problema central es la falta de un programa adecuado para la recolección y tratamiento de los residuos sólidos urbanos. Por lo que, con la implementación de este programa o plan de manejo de desechos sólidos se plantean medidas de mitigación, para reducir el impacto negativo en la sociedad, evitar que se propaguen los botaderos clandestinos, y así mismo evitar enfermedades; reutilizando los desechos de una manera adecuada y de provecho para la población en general.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de factibilidad para el correcto manejo de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Ipala, departamento de Chiquimula.

Específicos

1. Hacer un estudio de mercado, para realizar un análisis de la oferta, demanda y precios para el servicio de manejo de residuos sólidos.
2. Desarrollar un estudio técnico de ingeniería que presente datos relacionados con tamaño, localización y capacidad de una planta para darle un adecuado manejo a los residuos sólidos.
3. Realizar un estudio económico y financiero, en el cual se efectuaran cálculos de ingresos, egresos y costos que nos de las pautas para verificar si es el proyecto es económicamente factible y auto sostenible.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de Ipala del departamento de Chiquimula se ha observado un crecimiento de población generando, al mismo tiempo, aumento de desechos humanos (basura) el cual se ha convertido un problema prioritario por el volumen que se produce diariamente, por tal motivo se propone como una solución al problema del manejo de los desechos sólidos, el diseño de un relleno sanitario con su planta de compostaje y reciclaje.

Este trabajo de graduación está conformado por seis capítulos: el primero contempla un diagnóstico de la situación actual y la implementación de un sistema de recolección y disposición final de RSU, que satisfagan la necesidad de mejorar la calidad del ambiente y disminuir enfermedades.

El segundo, desarrolla el estudio técnico de ingeniería, presentando los datos relacionados con tamaño, localización y capacidad de una planta de tratamiento de RSU, proceso de tratamiento de residuos sólidos, insumos, productos principales y descripción de instalaciones. De los resultados del estudio se derivarán las alternativas técnicas de solución del problema a evaluar con los demás estudios.

El tercero se refiere al estudio administrativo y legal, en éste se hace un análisis de la legislación de Guatemala, que puede influir directa o indirectamente en el proyecto y legal funcionamiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos. El estudio administrativo propone un plan y una cuantificación correcta de recurso humano necesario, las descripciones de los puestos y los perfiles sugeridos para cada puesto de trabajo.

El capítulo cuarto describe el estudio de impacto ambiental, permitiendo determinar los diferentes impactos ambientales potenciales y definir las posibles medidas de mitigación, como también los planes de contingencia necesarios que el proyecto pueda originar en el entorno o medio ambiente durante sus fases de construcción y operación.

Los capítulos cinco y seis presentan el estudio financiero y económico, en el cual se efectúan los cálculos de los diferentes costos e ingresos respectivos, necesarios para la ejecución del proyecto. Para la estimación de los ingresos fue necesario considerar el crecimiento de la población, la tarifa para servicio de extracción de RSU, la venta de materiales separados y compost.

1. ESTUDIO DE MERCADO

1.1. Análisis del servicio en el mercado

El estudio de mercado fue realizado para determinar los límites hacia el cual será dirigido la investigación, así como para realizar un análisis de la oferta, demanda y precios para el servicio de extracción de residuos sólidos en el municipio de Ipala Chiquimula.

El manejo de los residuos sólidos municipales es un servicio público esencial que beneficia a todos los residentes urbanos en dicho municipio, ya que el aseo público y la disposición final adecuada de los residuos sólidos, son esenciales para la salud pública y para la protección del medio ambiente, del cual es generalmente responsable el gobierno municipal.

Esto, sin embargo, no significa que el gobierno municipal esté obligado a prestar los servicios de manejo de residuos sólidos exclusivamente con su propio personal, equipo y recurso económico. En realidad, este es un campo donde la participación del sector privado puede ser una buena alternativa; como la siguiente investigación que proporciona una opción diferente, donde intervengan, no sólo la municipalidad, sino la población en general o una empresa contratada que contribuya con la municipalidad en el problema de los desechos y a generar más empleos en dicho municipio.

Actualmente la población de la cabecera municipal de Ipala, no recibe un buen servicio de recolección de desechos sólidos, pues éste no es prestado constantemente, es decir que, no siempre cubre las rutas, además de

mencionar de que el servicio no abarca toda la población de la cabecera municipal de Ipala, cabe mencionar que la disposición final que actualmente se le da a los desechos, no es adecuada, pues hoy día los desechos son depositados al aire libre a 15 metros de la carretera, ocasionando contaminación y mal aspecto a quienes visitan Ipala; el presente trabajo de graduación plantea un nuevo método para prestarle el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos a toda la población de la cabecera municipal de Ipala,

1.1.1. Definición del servicio

El servicio de extracción de residuos sólidos urbanos se ejecutará de puerta en puerta para cada vivienda, con personal a contratar para la recolección de las diferentes bolsas, quienes habrá separado la materia orgánica de la inorgánica, que posteriormente la llevarán al camión que las transportará hacia la planta de tratamiento de RSU. Para el comercios o instituciones se aplicará el mismo concepto que el anterior para el servicio requerido, a esta fase se le llamará recolección. Los depósitos de RSU ubicados en calles y otros sectores de uso público deberán estar correctamente ubicados y con una bolsa plástica en su interior que reciba los residuos de los transeúntes.

La Municipalidad de Ipala o la empresa contratada deberá proveer a la población las bolsas de colores para separación de los residuos, para un ritmo de consumo de 2 veces por semana para cada vivienda.

1.1.2. Servicios y subproductos

Los servicios que serán prestados son:

- Extracción de residuos sólidos urbanos de los hogares
- Tratamiento de los residuos sólidos urbanos

La extracción de RSU alternativo será prestado por una empresa privada que contratará la municipalidad para que brinde el servicio durante los horarios regulares, dos veces por semana.

Los subproductos que se generarán del tratamiento y valorización, serán los materiales separados de los residuos, aquellos extraídos de los procesos donde la materia prima se encuentra directamente en la naturaleza, tal es el caso de:

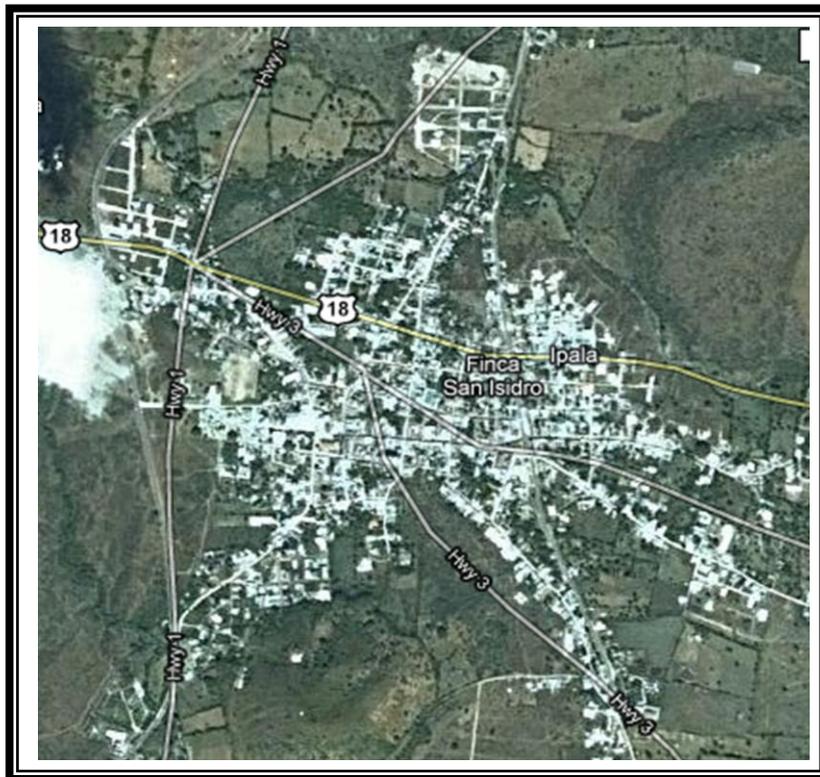
- La resina para el papel, derivados del petróleo para plástico y PET, sílice para el vidrio y minerales directos en la tierra para el hierro.
- Materiales reciclables, como: papel, bolsas plásticas, envases PET, vidrio y algunos metales.
- De la descomposición de la materia orgánica, (compost), puede ser sustituto de abonos inorgánicos, productos que pueden ser adquiridos en cualquier venta de insumos agrícolas y gas metano.
- La lombriz que se alimenta de la materia orgánica se reproducirá en este ambiente.

- De la incineración, el subproducto serán las cenizas, las cuales al ser tratadas podrán ser descartadas al enterrarlas dentro del relleno sanitario, este producto está descrito; sin embargo, no es parte de la propuesta como se verá posteriormente.

1.2. Área del mercado

El área de mercado se puede definir como la extensión de terreno y población directamente relacionada con este trabajo, es decir, la cabecera municipal de Ipala, Chiquimula.

Figura 1. Cabecera municipal de Ipala, Chiquimula



Fuente: googlemaps.com. 30-04-2011.

1.2.1. Población consumidora del servicio

- El municipio de Ipala tiene una población total de 20 882 habitantes (11 914 rurales y 8 975 urbanos).
- La población es ladina y se habla español.
- Según la Oficina Municipal de Planificación (OMP), el área urbana se integra por 1 250 residencias, 465 comercios y 65 industrias (talleres y fábricas).
- Sus habitantes se dedican a la producción de frijol, maíz, arroz, tomate y chile, así como la fabricación de pan, queso, además, recientemente se empezó a cultivar melón para exportar a Estados Unidos y Europa.
- Existen muchos propietarios de fincas, terrenos y ganado vacuno.

1.2.1.1. Determinación de la población y tamaño de muestra para el análisis de la demanda.

- Se seleccionó la cabecera municipal de Ipala por ser considerada como parte del patrimonio turístico, contar con áreas protegidas como el volcán y la laguna de Ipala, la poza de la Pila, y varios lugares de aguas termales no desarrollados.
- El municipio de Ipala cuenta con 8 975 pobladores urbanos, esta población es la muestra para el análisis de la demanda en este trabajo.

- Cada familia está compuesta con un promedio de cinco miembros, tomado del censo del Instituto Nacional de Estadística del 2002. Por lo que se consideran 1 780 viviendas para realizar la investigación.
- Del total de habitantes de Ipala 42,98% (1 780 viviendas), residen en el área urbana y 57,12% (2 188 viviendas), en el área rural.
- El peso promedio de la RSU extraída por hogar es de 60 kg/mes, dato obtenido de producción de RSU en área urbana.

El tamaño de la muestra se determinó a través de la fórmula estadística que se describe a continuación:

$$n \approx \frac{(N z^2 pq)}{(N - 1)e^2 + z^2 pq}$$

Dónde:

- n = tamaño de la muestra
- N = tamaño de la población
- z = nivel de confianza, al 95%
- p = proporción de la población de Ipala residente en el área urbana
- q = proporción de la población de Ipala que no es residente del área urbana
- e = error de muestreo

Por lo tanto:

$$N = 1,250 \text{ viviendas}$$

$$z = 1.6449$$

$$p = 42,98\%$$

$$q = 57,12\%$$

$$e = 10\%$$

Tamaño de la muestra de casas de la población urbana

$$n \approx \frac{(1250 \times 1.6449^2 \times 0.4298 \times 0.5712)}{(1250 - 1)0.1^2 + (1.6449^2 \times 0.4298 \times 0.5712)}$$

$$n \approx 110.55028$$

$n = 110,55 = 111$ casas en el área urbana de Ipala.

Este cálculo determinó que se deberá realizar la investigación en 111 viviendas en el área urbana de Ipala tomadas al azar; sin embargo, se realizó en 125, viviendas para minimizar errores y obtener mayor exactitud.

1.2.1.2. Estructura de la población

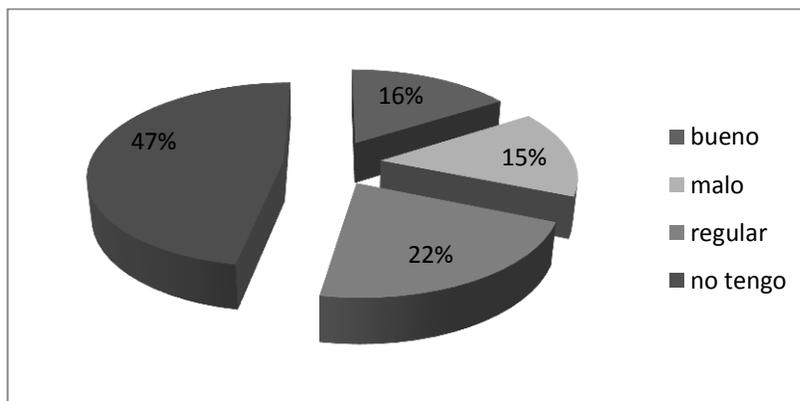
Ipala representa el 7,17% de la población total, según la distribución de población por municipios en el departamento de Chiquimula, asimismo, el 42,98% de la población vive en el área urbana y el 57,12% en el área rural.

1.2.2. Análisis de la demanda

En Ipala el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos ha sido evaluado a través de una investigación de mercado para determinar las preferencias y opiniones de la muestra de la población, tomando como base 125 viviendas encuestadas, encontrando en el apéndice las 10 preguntas realizadas a la población, obteniendo los siguientes resultados:

- Resultado, pregunta 1: el estudio indica que el 47,2% no cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos.

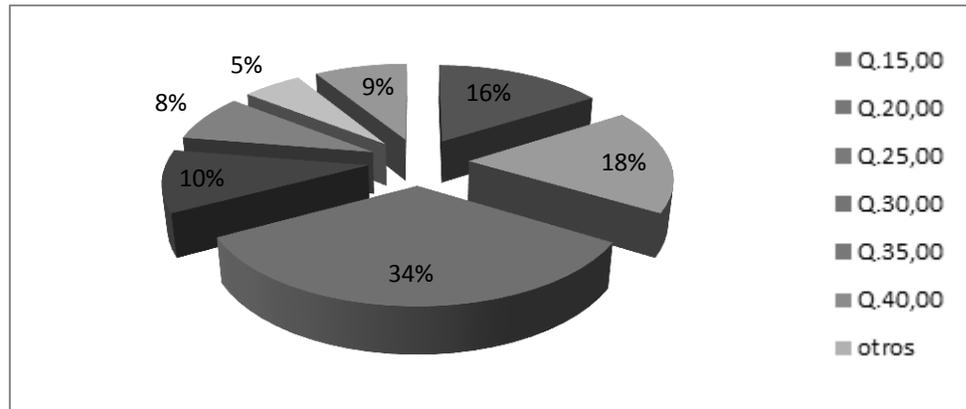
Figura 2. **Servicio de recolección de residuos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

- Resultado, pregunta 2: el 33,6% está dispuesto a pagar Q. 25,00 al mes por el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, el 8,8% contestó a otros precios y al preguntarles sobre sus razones, su respuesta fue que no contaban con suficientes recursos.

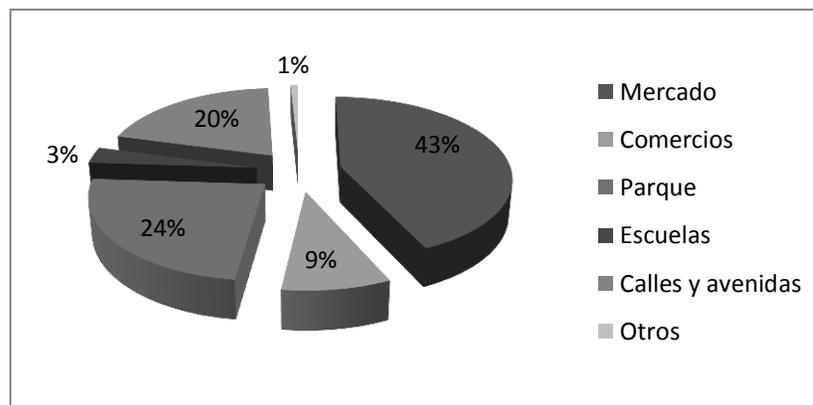
Figura 3. Precio que está dispuesto a pagar



Fuente: elaboración propia.

- Respuesta, pregunta 3: el 43,2% opinó que la mayor concentración de residuos sólidos se encuentra en el mercado, sólo una persona, que representa el 0,8%, consideró que la terminal de buses cuenta con la mayor concentración de residuos sólidos

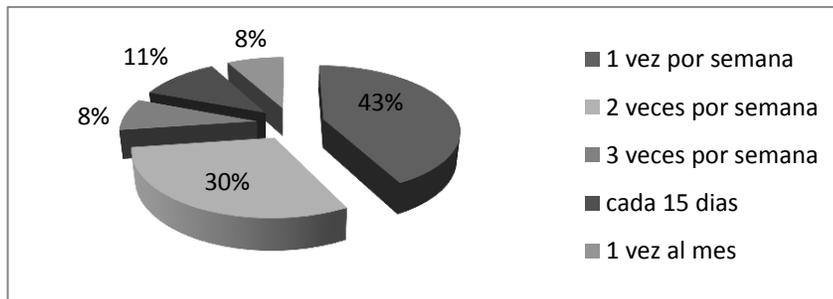
Figura 4. Mayor concentración de residuos sólidos



Fuente: elaboración propia.

- Resultado, pregunta 4: en el 42,4% de los hogares los residuos sólidos son recolectados dos veces por semana.

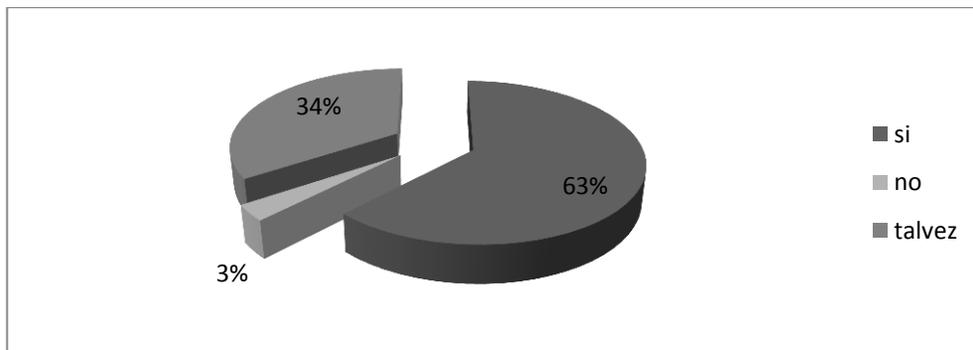
Figura 5. Frecuencia en que se recolectan los residuos sólidos



Fuente: elaboración propia.

- Respuesta, pregunta 5: el estudio reflejó que el 62,4% de los hogares usaría bolsas de diferente color para realizar desde sus casas la separación de los desechos.

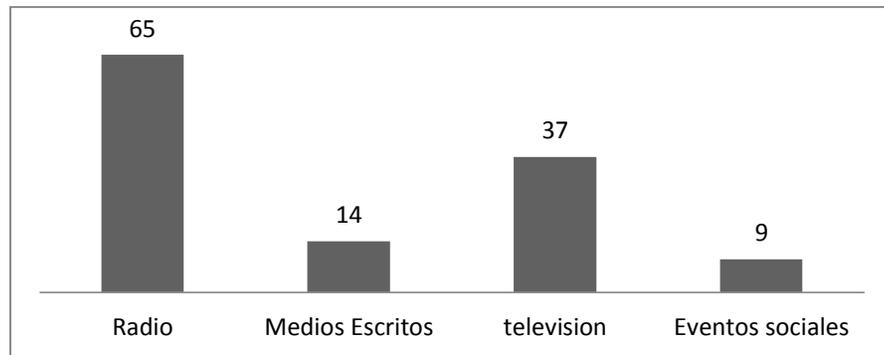
Figura 6. Disposición de usar bolsas de diferente color



Fuente: elaboración propia.

- Respuesta, pregunta 6: el 52% de los hogares coincide en que la mejor forma de divulgar un programa de control de desechos sería a través de la radio.

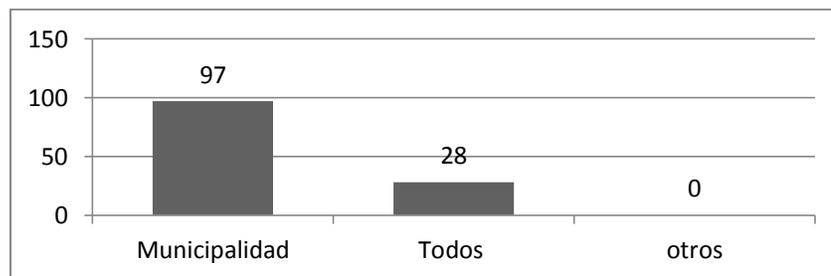
Figura 7. **Mejor medio de divulgación**



Fuente: elaboración propia.

- Resultado, pregunta 7: el 77,6% de los hogares respondió que la municipalidad es quien tiene la responsabilidad de resolver el problema de los desechos sólidos.

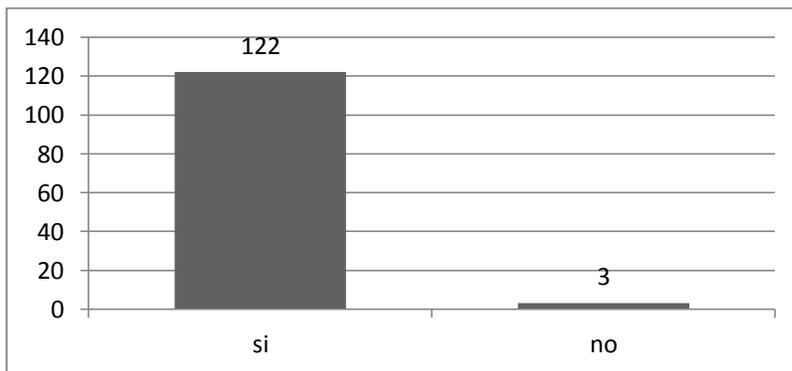
Figura 8. **Entidad responsable de resolver la problemática de los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

- Respuesta, pregunta 8: sólo el 2,4% de los hogares encuestados, no conoce dónde se desechan los residuos sólidos.

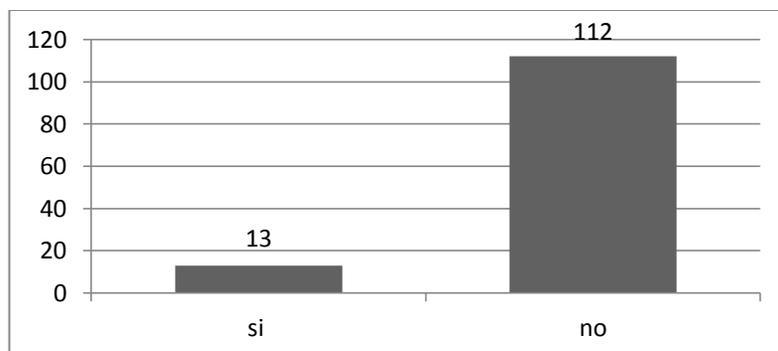
Figura 9. **¿Conoce dónde se desechan los residuos sólidos?**



Fuente: elaboración propia.

- Respuesta, pregunta 9: el 89,6 % está de acuerdo en que la ubicación que tiene actualmente el área en la que se desechan los residuos no es buena.

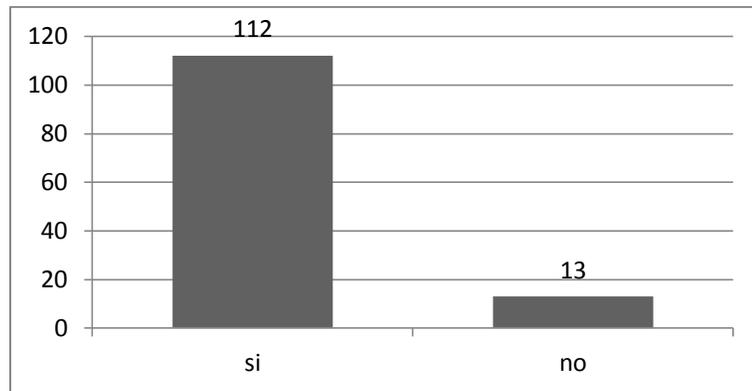
Figura 10. **¿Está de acuerdo con la ubicación donde se desechan los residuos actualmente?**



Fuente: elaboración propia.

- Respuesta, pregunta 10. El 89,6% de los hogares encuestados está de acuerdo en clasificar la basura desde sus viviendas.

Figura 11. **¿Está de acuerdo con clasificar la basura en su vivienda?**



Fuente: elaboración propia.

1.2.2.1. Situación actual

En el municipio de Ipala, jurisdicción de Chiquimula, el manejo de los RSU se realiza de la siguiente manera:

- Un pick up con una brigada formada por 4 personas y un piloto, con una ruta establecida por la municipalidad, recorre diariamente las calles principales del municipio y realiza la limpieza del mercado
- La recolección de los desechos que se generan en el resto de las viviendas se realiza los días martes y viernes con una brigada compuesta por un camión, 4 personas recolectoras y un piloto

- Los desechos recolectados son llevados a un botadero ubicado en el kilómetro 175.5 y a 15 metros de la carretera donde son incinerados a la intemperie.

1.2.2.2. Características de la demanda

La demanda a largo plazo se realizará de acuerdo a las proyecciones de población que tiene la municipalidad en su base de datos. Al proyecto se le considera una vida útil de 20 años, por lo cual se hará la proyección de población para conocer la demanda pronosticada durante ese tiempo. Tomando como base los registros anteriores de personas en el municipio de Ipala, en donde a la parte residencial se espera un crecimiento anual del 3% y al sector de comercio e industria un 2%, ver tabla I.

Tabla I. **Pronósticos del número de viviendas, comercio e industrias**

Año	No. de viviendas	No. de comercios	No. de industrias
2011	1250	465	65
2012	1288	474	66
2013	1326	484	68
2014	1366	493	69
2015	1407	503	70
2016	1449	513	72
2017	1493	524	73
2018	1537	534	75
2019	1583	545	76
2020	1631	556	78
2021	1680	567	79
2022	1730	578	81
2023	1782	590	82
2024	1836	602	84
2025	1891	614	86
2026	1947	626	87
2027	2006	638	89
2028	2066	651	91
2029	2128	664	93
2030	2192	677	95
2031	2258	691	97

Fuente: elaboración propia.

Según datos históricos de la municipalidad se conoce que la producción anual de desechos es de 1,281 toneladas métricas al año, compuesto como se muestra en la tabla II.

Tabla II. **Producción de desechos**

Descripción del desecho sólido	Mensual	Anual	Porcentual
Orgánicos	58	696	54
Plásticos	21	252	20
Papel y cartón	16	192	15
Vidrio	9	108	8
Aluminio	3	36	3

Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos anteriores, registrados en la municipalidad, se estiman las proyecciones para la producción de desechos en los siguientes veinte años, medida en toneladas métricas, tomando en consideración una tasa de crecimiento anual a partir del año uno, de la siguiente manera: en el caso de los desechos sólidos el crecimiento anual es de 3,9% en cada uno de los distintos incisos, ver tabla III.

Tabla III. **Proyecciones para la producción de desechos sólidos anuales**

Años	Orgánicos	Plásticos	Papel y cartón	Vidrio	Aluminio	Total toneladas métricas (anuales)
0	696	252	192	108	36	1284
1	719	266	200	106	40	1330
2	747	277	207	110	41	1383
3	777	287	216	115	43	1437
4	807	299	224	119	44	1494
5	839	311	233	124	46	1553
6	872	323	242	129	48	1614
7	906	336	252	134	50	1677
8	942	349	262	139	52	1743
9	979	362	272	144	54	1812
10	1018	377	283	150	56	1883
11	1058	392	294	156	58	1957
12	1099	407	305	162	61	2034
13	1142	423	317	169	63	2114
14	1187	440	330	175	66	2198
15	1234	457	343	182	68	2284
16	1283	475	356	189	71	2374
17	1333	494	370	197	74	2468
18	1385	513	385	204	77	2565
19	1440	533	400	213	80	2666
20	1497	554	416	221	83	2771

Fuente: elaboración propia.

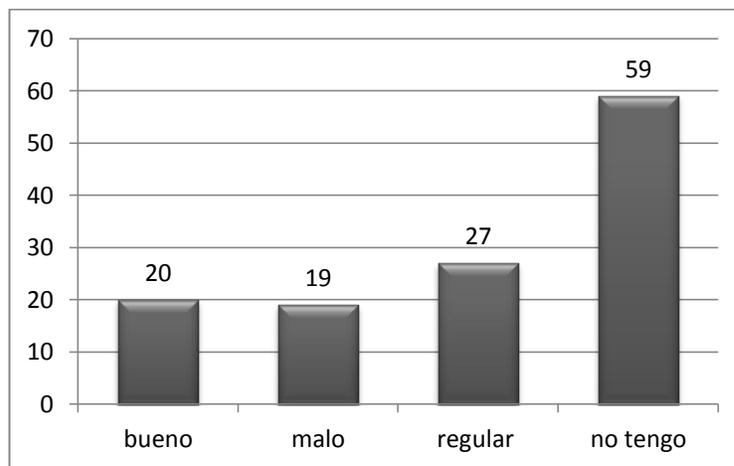
1.2.3. Ofertas para el manejo de desechos sólidos

La oferta se entiende como el conjunto de bienes o servicios que se ofrecerán en el mercado a un precio dado y durante la vida útil del proyecto.

1.2.3.1. Situación actual

La encuesta realizada a la población de Ipala reflejó lo siguiente: el 47,2% de los habitantes no cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos, esto indica que el servicio solamente logra alcanzar al 52,8% del 100% en el casco urbano.

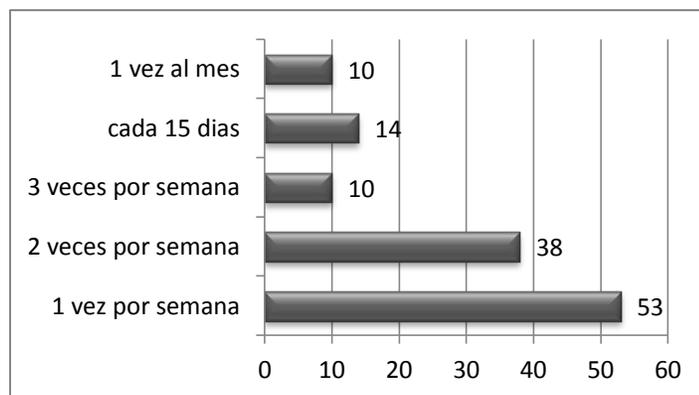
Figura 12. Cobertura del servicio con base al resultado de la pregunta 1



Fuente: elaboración propia.

El 42,3% respondió que el servicio lo recibe dos veces por semana, por lo que para el 57,7% el servicio es irregular, lo cual confirma que el servicio actual no logra cubrir la demanda.

Figura 13. **Regularidad del servicio con base al resultado de la pregunta 4**



Fuente: elaboración propia.

1.2.3.2. **Oferta potencial**

La oferta potencial consiste en brindar a la población de la cabecera municipal el servicio de recolección de desechos sólidos, y darle una correcta disposición final a los mismos, la oferta se realizará en función de la demanda proyectada a 20 años, que será la vida útil del proyecto en el diseño.

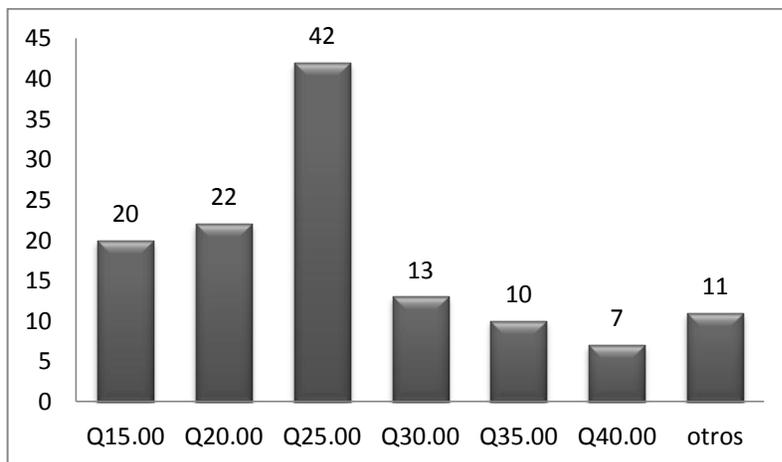
1.3. **Comportamiento de precios**

Los precios serán las cantidades monetarias exigidas por la prestación del servicio de extracción de basura y por la venta de productos y subproductos del tratamiento de RSU.

Conforme a los precios que la población ipalteca está en disposición de pagar por recibir un buen servicio de recolección de desechos sólidos, por ver a

su ciudad limpia, y mantener el ornato en las calles, según datos obtenidos de la encuesta el 33,6% está dispuesto a pagar Q. 25,00 mensuales, ver figura 14.

Figura 14. **Disposición de pago por recibir el servicio con base al resultado de la pregunta 2**



Fuente: elaboración propia.

1.4. Formas de comercialización

El compost será comercializado a través de la oferta a distribuidoras de productos agrícolas; así también para fincas, viveros y a grandes o pequeños productores agrícolas. Las lombrices serán comercializadas como parte de un paquete para producción de compost, dirigido a productores agrícolas o para alimentar a centros de producción de aves, peces, entre otros. Por su alto contenido proteínico, la carne de lombriz se transforma en harina para consumo humano, por lo que también pueden comercializarse como complemento proteínico en la elaboración de hamburguesas, picadillos y embutidos. En la industria farmacéutica se utiliza el colágeno presente en las lombrices, y a partir del líquido celomático, se han elaborado antibióticos.

La comercialización de la materia inorgánica separada para reciclaje, será a través de empresas recicladoras, por lo que es recomendable buscar empresas que ofrecen buen precio y que en cualquier época del año aceptan los materiales.

2. ESTUDIO TÉCNICO-INGENIERÍA

2.1. Tamaño de la planta

Para determinar el tamaño de la planta será necesario conocer la capacidad del proyecto, así como los factores que condicionan su tamaño, según lo que se describe a continuación.

2.1.1. Capacidad de la planta

La cantidad de residuos que serán dispuestos en el relleno está en función de los habitantes de Ipala que asciende a 20 882 en todo el municipio para el 2011 y proyectados para los siguientes 20 años para un total acumulado de 37 715 a finales del 2031.

- Cada familia está compuesta con un promedio de cinco miembros por lo que se consideran 3 045 hogares usuarios del servicio para extracción de RSU en el 2031.
- El peso promedio de los RSU extraídos por hogar será de 2,52kg/día, dato obtenido del cálculo de la proyección de desechos anuales por su índice de crecimiento de RSU de los usuarios del servicio que se estima en 15 225 habitantes, entonces la generación de RSU por persona se estima en 0,50kg/habitante/día (dato proporcionado a través de un estudio realizado en el 2006).

- Por lo tanto, el volumen total de RSU de hogares en la zona urbana en el 2030 será: $15\ 225 \times 0,50 \times 365 = 2\ 778\ 562\text{kg} = 2\ 778,56$ toneladas métricas de RSU en el 2031.

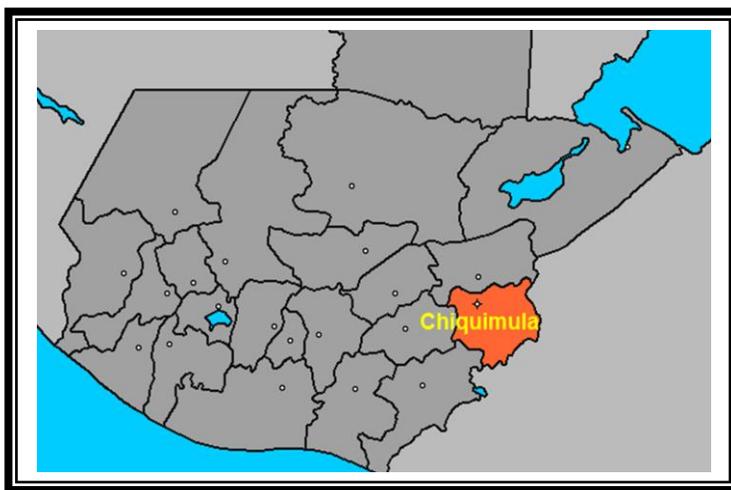
2.1.2. Condicionantes del tamaño

El tamaño de la planta también dependerá de la alternativa de solución para tratamiento de residuos sólidos que optimice, técnica y monetariamente el manejo de los recursos.

2.2. Localización de la planta

El botadero de RSU actual se encuentra en un sector que compromete la salud de los pobladores. La ubicación propuesta busca estar lejos de aldeas o caseríos, así como de ríos, para no contaminar el manto freático.

Figura 15. **Mapa de Guatemala**



Fuente: www.luventicus.org. 30-04-2011.

2.2.1. Macro localización

El área macro donde estará la planta será el municipio de Ipala, Chiquimula. Se encuentra a una distancia de 169 Km., con la ciudad capital y comunica a ésta, por la ruta al Atlántico y la ruta CA-10.

Figura 16. Mapa de Chiquimula

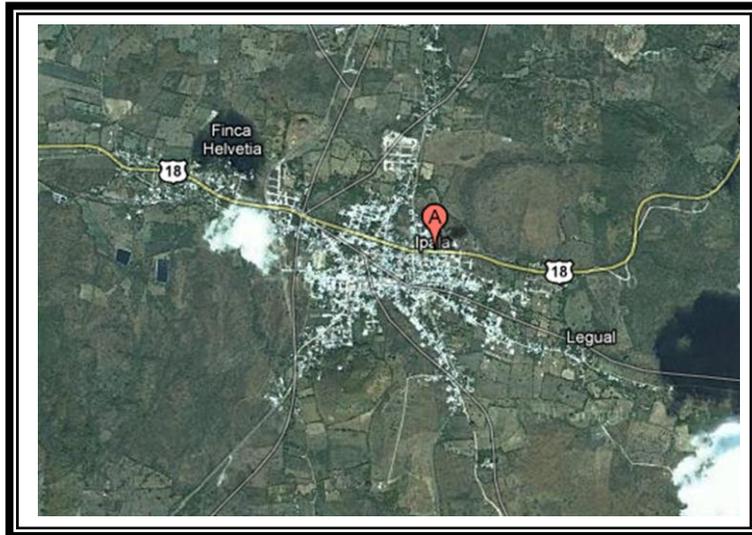


Fuente: <http://knol.google.com/k/chiquimula>. 30-04-2011.

2.2.2. Micro localización

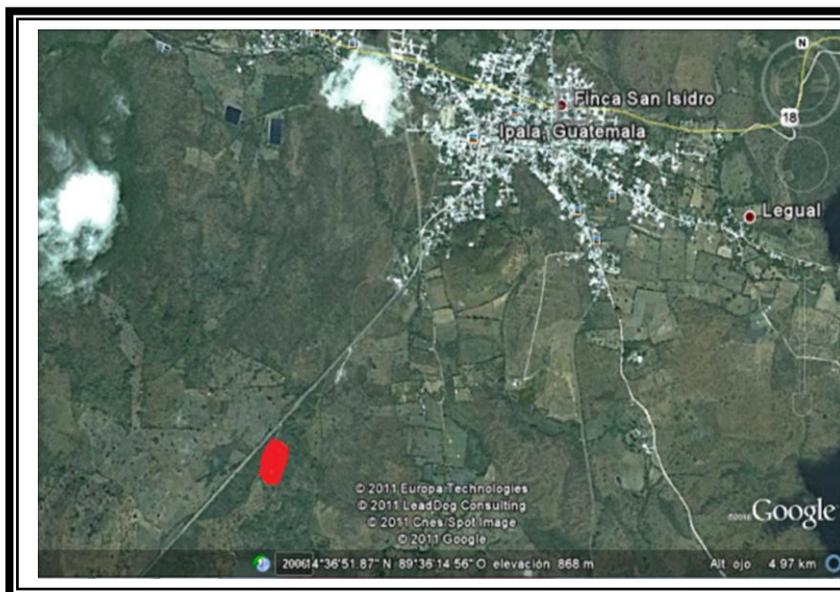
El área micro donde se encontrará la planta será un terreno del municipio de Ipala, Chiquimula ubicado a 182 kilómetros, por la carretera Panamericana CA-1 oriente, que conduce de la capital de Guatemala a Jutiapa hasta llegar a Ipala. El terreno seleccionado está situado en las afueras de la población de Ipala.

Figura 17. **Mapa de Ipala, Chiquimula**



Fuente: Google Earth. 16/05/2011.

Figura 18. **Mapa localización de planta**



Fuente: Google Earth. 16/05/2011.

2.3. Alternativa para la disposición final de los residuos sólidos

En la actualidad, por el aumento de residuos sólidos generados por la población, las industrias y los hospitales, y por los daños que estos provocan al medio ambiente, en algunos países se han implementado sistemas para su disposición final, dentro de los cuales se pueden mencionar los más utilizados:

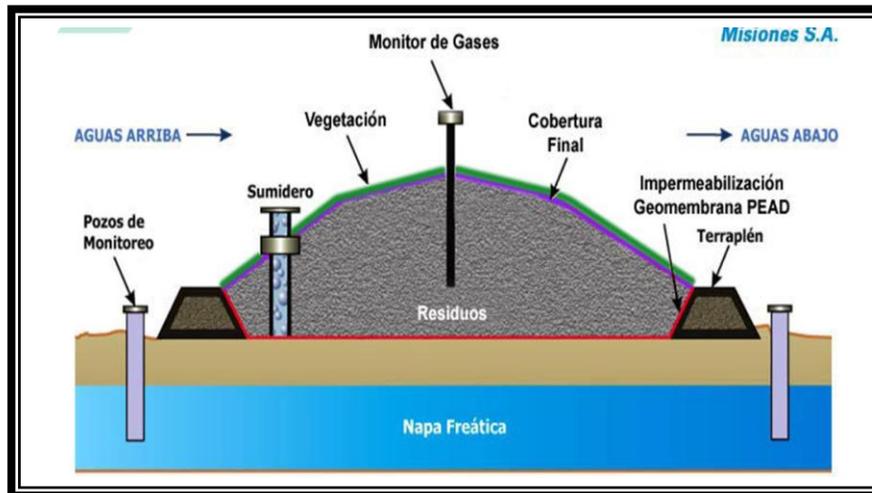
- Vertido controlado
- Incineración
- Relleno sanitario (reciclado y el compostaje)

2.3.1. Relleno sanitario

Un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos sólidos, en éstos se pretenden tomar múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como; los tiraderos; esta técnica de eliminación final de los residuos sólidos en el suelo consiste en esparcirlos, acomodarlos y compactarlos al volumen más práctico posible, cubriéndolos diariamente con tierra u otro material de relleno, contando con drenaje de gases y líquidos percolados.

El relleno sanitario es una obra de ingeniería realizada con el objetivo de minimizar los posibles impactos negativos de la disposición de los desechos sobre el medio ambiente.

Figura 19. Esquema de un relleno sanitario



Fuente: www.aesamisiones.com.ar/images/grafico_relleno_sanitario.jpg.18-05-2011.

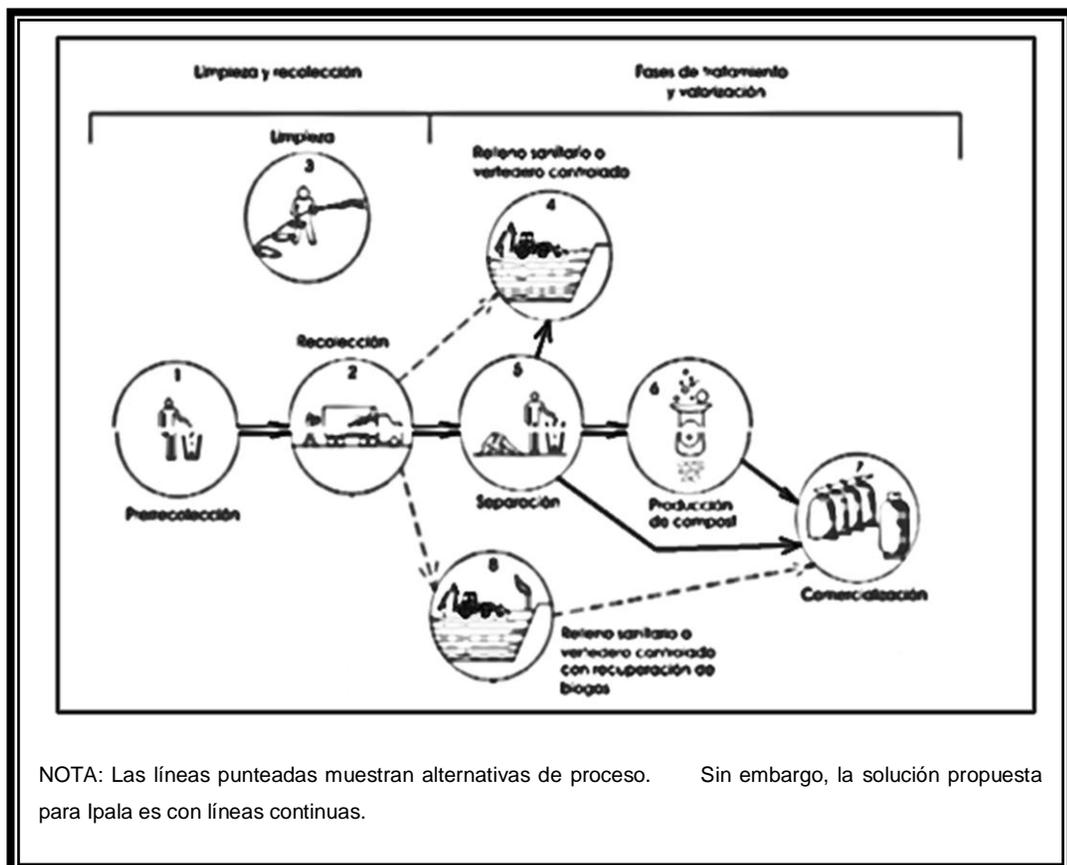
2.4. Proceso de producción

Este proceso estará constituido por el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona un destino adecuado que permita la obtención de materiales reciclables de la materia inorgánica; y abono, de la materia orgánica. Este proceso se describe a continuación:

- Limpieza y recolección
 - Pre recolección
 - Limpieza
 - Recolección

- Fase de tratamiento y valoración
 - Vertedero controlado
 - Separación
 - Producción del compost
 - Comercialización
 - Relleno sanitario final

Figura 20 Descripción del proceso de producción



Fuente: Residuos sólidos urbanos: Manual de Gestión Integral – Uruguay. 26/06/2011.

2.4.1. Pre recolección

Esta etapa se puede optimizar a través de la educación ambiental de la ciudadanía, pues será el ciudadano el actor principal. La acumulación de los residuos en uno o varios recipientes apropiados estará a cargo de los usuarios y se inicia con una clasificación desde el hogar. Esta etapa se refiere a la producción de residuos sólidos, dependerá de la persona que toma la decisión de qué elementos van a ser desechados y cuáles serán todavía utilizados o transformados para tener mejor aprovechamiento de los recursos. El usuario de algún producto puede seleccionarlo pensando en los RSU que se van a generar. La entidad encargada de la administración del proyecto deberá proporcionar bolsas de diferentes colores, para separar los tipos de residuos inorgánicos, que el personal encargado de recolección sabrá reconocer para facilitar la labor de separación final en la planta.

2.4.2. Recolección

La recolección será realizada por una brigada compuesta por personas que recogen la basura o los desechos de casa en casa y los depositan en el vehículo recolector de los desechos sólidos, para transportarlas a su destino final que es la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Figura 21. **Vehículo recolector de los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

La importancia de la utilización de estos vehículos es por la facilidad de maniobrar los desechos sólidos al momento de llegar a la planta de tratamiento, ya que no sería manual, sino con el mismo vehículo se vierten dichos desechos.

2.4.3. Limpieza

El barrido y lavado de calles, aceras y mercados, la recolección de desperdicios, incluyendo además, la tarea de limpieza de áreas públicas (plazas y calles) y terrenos baldíos, seguirá siendo responsabilidad municipal, pero pueden ser compartidos con la población, mediante campañas de limpieza, de recolección de materiales reutilizables, incluso de concursos entre distritos urbanos. Se recomiendan especialmente las actividades en las que participan los niños y jóvenes a través de la escuela o una organización vecinal o funcional, para educar a la comunidad.

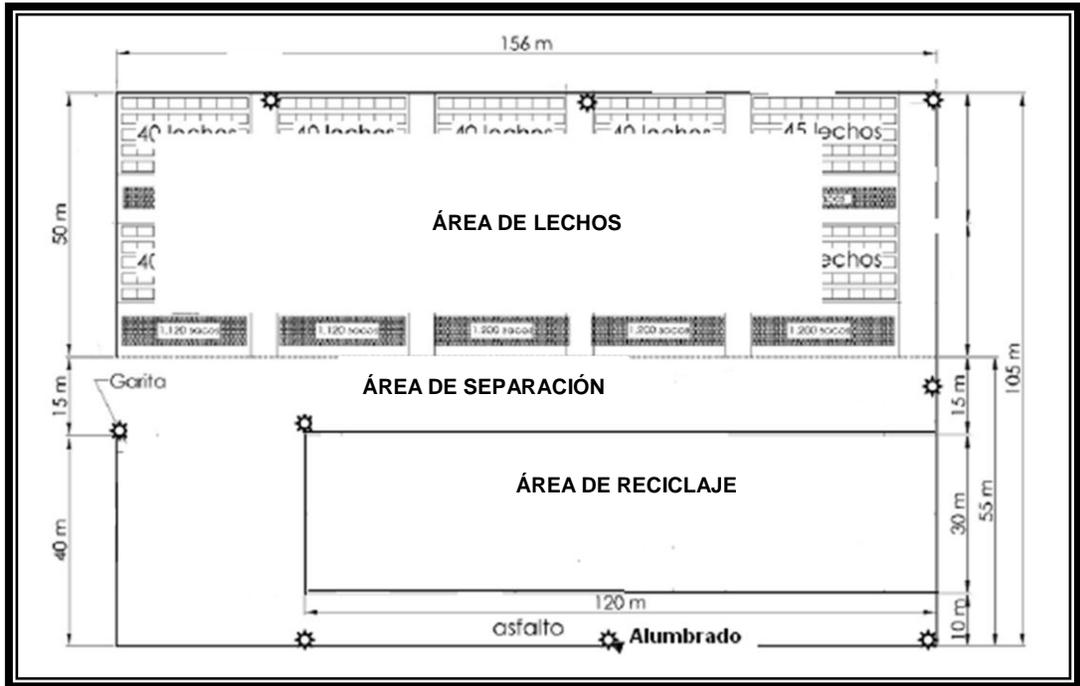
2.4.4. Vertido controlado

En esta etapa el procedimiento consiste en verter y colocar en el área donde se separarán los desechos orgánicos de los inorgánicos. Es decir, todos los residuos inorgánicos que no puedan ser separados o aquellos que, producto de la separación, no puedan ser reutilizados. El vertido lo hará el vehículo recolector de desechos sólidos, en el área destinada que comunica directamente a un dispensador que conecta a su vez, a una faja de rodamiento sin fin en donde se dispone al área siguiente.

2.4.5. Separación de desechos

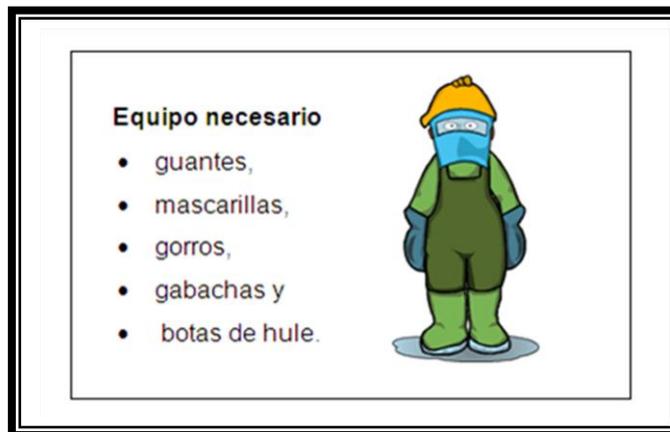
Esta operación consiste en separar los residuos orgánicos e inorgánicos que no fueron previamente seleccionados desde la pre-recolección, los cuales llegan a esta área por medio de la faja de rodamiento antes mencionada, es importante considerar esta operación para aprovechar los recursos provenientes de los residuos sólidos y evitar llenar el relleno sanitario rápidamente. Este procedimiento se llevará a cabo en una instalación separada por la acción de un grupo de personas vestidos con equipo de protección personal que se muestra en la figura 23.

Figura 22. Instalaciones de la planta de tratamiento



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Equipo de protección personal



Fuente: www.slideshares-proteccion-personal.com 20-05-2011.

Es importante la separación de los desechos en orgánicos e inorgánicos para poder diferenciarlos.

- **Residuos orgánicos:** son biodegradables (se descomponen naturalmente), tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos.
- **Residuos no orgánicos o inorgánicos:** son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo los envases de vidrio. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, plásticos, gomas. En muchos casos es imposible su transformación o reciclaje; esto ocurre con las baterías, son peligrosos y contaminantes y seguirán presente en el planeta dentro de 500 años.

Posteriormente a la separación, el cargador frontal pasará sobre los residuos, por lo menos tres veces antes de cubrirla con tierra; esto se repetirá las veces que sea necesario si los volúmenes de residuos fueran grandes o frecuentes.

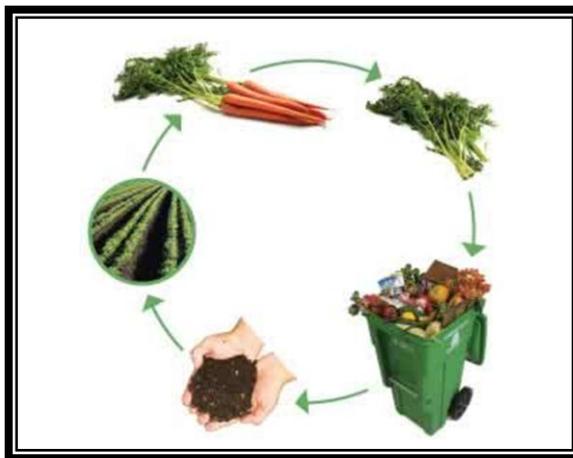
2.4.6. Preparación de compost

La preparación del compost se producirá, gracias a la descomposición de la materia orgánica con la ayuda de la lombriz coqueta roja (también llamada eisenia foetida: que es una variedad de lombriz de apetito voraz, consume residuos orgánicos de tipo agropecuario, de la industria, ciudad, mataderos entre otros) que producirá un abono orgánico llamado compost.

Regularmente las lombrices desechan el 60% de lo que comen, de modo que esta será la cantidad de humus que se obtendrá del proceso. Las mejores condiciones para lograr su máximo desempeño son: temperatura ambiente de 25 grados centígrados, suelos con un pH de entre 6 y 7.5, y una humedad ente 75 y 80%, para que puedan fragmentar los residuos y moverse entre ellos. Para que este proceso sea eficiente se dividirá el espacio designado para ello en cuatro áreas.

- Para recibir los residuos que servirán de alimento a la lombriz.
- Para preparación de residuos.
- Para establecer las camas o lechos donde las lombrices realizarán el trabajo de compost.
- Para cosechar y colocar el producto terminado.

Figura 24. **Producción del Compost**



Fuente: bricolaje.facilísimo.com. 20-05-2011.

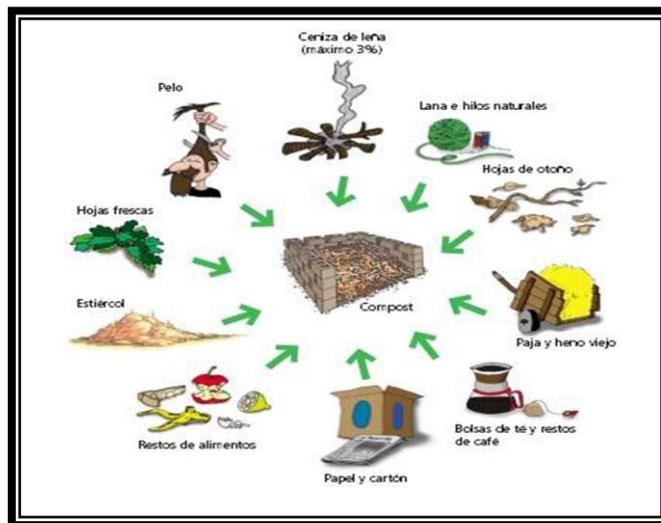
2.4.7. Centro de acopio de materiales reciclables

Esta operación se llevará a cabo con el fin de coordinar el traslado y venta al cliente que requiera de los subproductos del tratamiento de los residuos sólidos, ya sea de la materia inorgánica separada para reciclaje, o del compost producido con la materia orgánica, así como de las lombrices que se alimentan de ella. Para ello el Departamento de Comunicación se encargará de realizar los contactos para posteriormente trasladar los productos a su destino, coordinando con el Departamento de Transportes. Ambas instancias son dependencias de la municipalidad local.

- Producción anual: en condiciones perfectas, para comercializar el compost y lombrices, debe tomarse en cuenta que el volumen de materia orgánica se descompone y transforma en abono en 90 días; durante este tiempo las lombrices se duplican en número, a final del año se habrán reproducido 16 veces y se habrá producido el 60% de compost en peso con relación al 100% de materia orgánica que se tenía inicialmente, e idealmente se produciría una vez durante todo el año y se vendería el total, pero esto está lejos de la realidad, por lo que es mejor mantener control sobre estas variables con un inventario mínimo de ambos productos.
- Estrategia de producción (cada 90 días): en el día cero se debe contar con una cantidad en peso de lombrices igual al 31,11% de la materia orgánica separada. Durante los primeros 90 días la lombrices se duplicaran dos veces (4x) y se producirá el 60% de abono orgánico, cada 45 días se deben vender lombrices y el total de abono orgánico producido para nuevamente tener en *stock* 225,35 Tm (Toneladas métricas), en peso de lombrices y cero de *stock* de abono orgánico, por otra parte se ha comenzado un nuevo inventario de materia orgánica para continuar con la producción. El

inventario mínimo de lombrices se encontró gráficamente trabajando a escala con los valores calculados de materia orgánica y razón de crecimiento de lombrices.

Figura 25. **Elementos que se utilizan para el compost**



Fuente: bricolaje.facilísimo.com. 22-05-2011.

2.4.7.1. Mercado de los materiales reciclables

En la actualidad, es posible reciclar cualquier material; sin embargo, en el caso de Guatemala son pocas las industrias que disponen de la tecnología para hacerlo, por lo que es necesario contactar algunas empresas que cuenten con la tecnología, ofrezcan un buen precio y que acepten materiales en cualquier época del año.

2.4.7.2. Empresas recicladoras guatemaltecas

La tabla IV contiene el nombre de las empresas recicladoras guatemaltecas, además de precios que se manejan.

Tabla IV. **Empresas recicladoras en Guatemala**

MATERIALES	PRECIOS	EMPRESAS RECICLADORAS
Plásticos: cajas de gaseosas y cervezas	Q. 90,00/qq	Inyectores de plásticos (Avenida Petapa 56-00, zona 12, Guatemala tel. 24775658 24792679)
Plásticos: botellas PET	Q. 81,00/qq	Inyectores de plásticos
Plásticos: tapones de envases de jugo, de garrafrones de agua pura.	Q. 90,00/qq	Inyectores de plásticos
Papel: periódicos	Q. 15,00/qq	DISO, S.A. 21 calle 1-33, zona 1 Guatemala. Tel 22211372 22321390
Papel: revistas y cuadernos usados	Q. 25,00/qq	DISO, S.A.
Papel: oficina	Q. 25,00/qq	DISO, S.A.
Cartón	Q. 5,00/qq	DISO, S.A.
Vidrio: botellas de gaseosas, licores	Q. 1,80/ unidad	Licorera Nacional, Vinícola Centroamericana.
Vidrio: botellas de vidrio de todos los colores, botellas de cervezas, otros	Q. 25,00/qq	VIGUA de grupo VICAL; vidriería Guatemalteca, S.A. Avenida Petapa 48-01, Guatemala tel 2471-9446 24702268 24226400
Metales: latas aluminio	Q. 325.00/qq	Recicladora de metales Trébol. 6ª. Calle 0-25, zona 12. Tel 2471-9446 2470 2268
Metales: bronce	Q. 400.00/qq	Recicladora de metales Trébol
Metales: hierro (Chatarra)	Q. 16.00/qq	Trovinsa, 1ª Avenida 4-08, Zona 1. Villa Nueva. Tel 6636 6025

Fuente: elaboración propia.

2.4.8. Disposición final

Los materiales orgánicos se trasladarán a las fosas de compostaje y los materiales inorgánicos (que no es posible reciclar), deberán colocarse en un apartado especial.

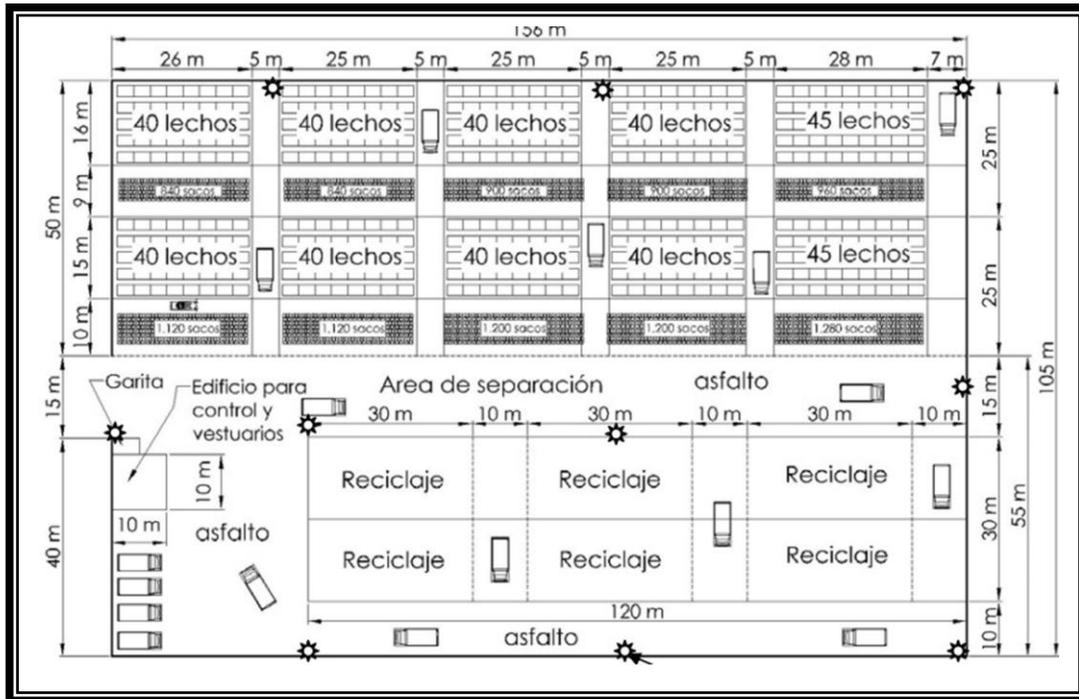
En el caso de los materiales tóxicos (residuos de plaguicidas, pinturas, aceites, baterías de carros, entre otros) deben depositarse en una área especial denominada vertedero muerto, el cual consistirá en una fosa impermeabilizada contra fugas de derrames con arcilla y polietileno de alta densidad, y será sellado definitivamente al ser relleno.

2.5. Descripción de las instalaciones

A continuación se describe los puntos más relevantes de la obra física de la planta de tratamiento de residuos sólidos en Ipala.

- Terreno: en el que se instalará deberá tener, como mínimo, 105 x 156 metros por el interior, deberá estar rodeado por un cerco de protección con postes de 2.5 metros de longitud sobre el nivel del suelo a cada 10 metros y alambre espigado entre cada uno de ellos. Además, deberá estar rodeado por una protección para aguas superficiales y tendrá 10 postes para iluminación, con luminarias de 500 watts cada una.

Figura 26. Instalaciones de la planta de tratamiento



Fuente: elaboración propia.

- Movimiento de tierra: la obra civil deberá iniciar con el estudio topográfico para ubicar sobre la superficie las diferentes instalaciones y rutas de trabajo. A partir de este estudio se ubicará el lugar donde se realizarán las zanjas para construir los cimientos de las instalaciones, y sus respectivos drenajes, entre otros.
- Construcción de instalaciones y galeras: el área para la producción del compost necesita una superficie de 50 x 156 metros para instalar los lechos y empacar el compost o producto final en costales. Toda esta superficie tendrá por debajo una geo membrana para evitar la filtración de lixiviados al subsuelo. El compost empacado será protegido por 10 galeras ubicadas

entre los grupos de lechos para facilitar su movilidad y extracción para venta. Ocho de estas galeras estarán construidas sobre una superficie aproximada de 7 x 25 metros y las dos restantes serán de 7 x 28 metros, serán fabricadas de estructura metálica liviana, con techo de dos aguas y forrado con lámina galvanizada. Tendrán una superficie total de construcción de 1 792 metros cuadrados. Para producir el compost se realiza una operación muy sencilla que no necesita instalaciones especiales, más que ventilación natural, poca iluminación y que la materia orgánica no esté contaminada con agentes sintéticos o químicos. Debido a que los lechos necesitan poca iluminación cada uno deberá cubrirse con nylon para protegerlos del ambiente. Serán construidos de madera con una altura de 90 centímetros, tendrán un ancho de 2 metros y una longitud de 3 metros, se unirán en la sección de 2 metros, tantos lechos según se necesite, para este caso su unión en serie varía entre 25 y 28 metros.

El área de reciclaje de materia inorgánica estará formada por 3 edificios principales de 30 x 30 metros, que a su vez estará formado por galeras, de estructura metálica liviana con techos de dos aguas y forrados con lámina galvanizada. La superficie total para su construcción es de 2 700 metros cuadrados.

El área de separación de materia orgánica e inorgánica se realizará al aire libre en el corredor central del terreno que tiene una superficie de 15 x 156 metros y desde el que se distribuirá cada una hacia su lugar correspondiente, para producir compost o materia reciclada.

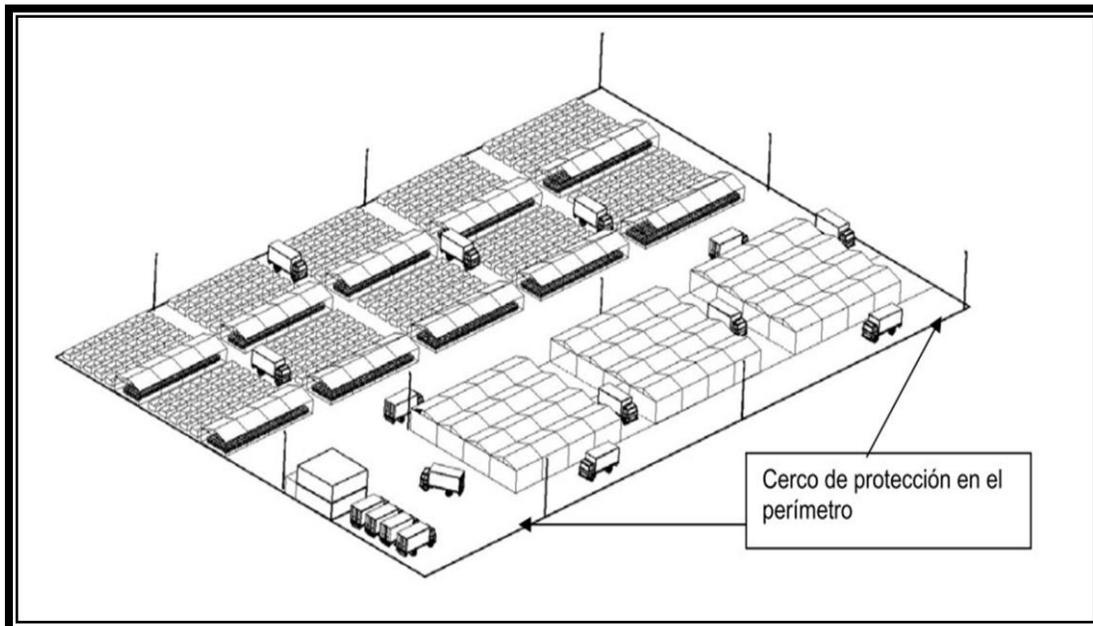
Las instalaciones deberán contar con los servicios básicos de agua potable, sanitarios, suministro de energía eléctrica para los trabajadores, así

como la infraestructura, para realizar el tratamiento adecuado para la valorización de los residuos.

El edificio de control y vestuarios, tendrá una superficie de 10 x 10 metros, con dos niveles de construcción. Esta área será destinada para la sección administrativa de los residuos sólidos, así como vestuario para los trabajadores. Éstas también deberán contar con los servicios básicos, agua potable, servicios sanitarios, duchas, energía eléctrica y comunicación telefónica.

La garita estará ubicada a la entrada de la planta de tratamiento y tendrá una superficie de 3 x 5 metros, será construida con la misma calidad que el edificio de control y vestuarios.

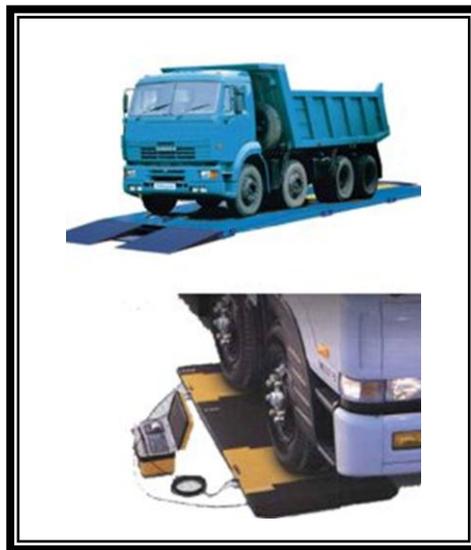
Figura 27. Descripción de instalaciones de planta de tratamiento



Fuente: elaboración propia.

- **Báscula:** es necesaria su instalación en la entrada, para llevar el control sobre la cantidad de RSU que ingresa a las instalaciones, ésta servirá tanto para conocer la cantidad acumulada en RSU, como para determinar el cobro por el ingreso al vertedero

Figura 28. **Báscula para el control de cantidad de RSU**



Fuente: www.basculasbalanzas.com. 30-05-2011.

- **Camiones de transporte:** se dedicarán a prestar el servicio de acarreo de los residuos, desde el lugar de recolección hasta la planta de tratamiento. Se consideró el último año como el promedio de RSU generados anualmente de 1 893 tm/año = 5,25 tm/día, más un margen de seguridad de 20% serán 6,31 tm / día.

Cada camión tiene una capacidad de transporte de 4 tm y hará 1 viaje diario (4 tm/camión x 2 camiones = 8tm/día), lo cual indica que, por capacidad de carga 2 camiones pueden realizar el trabajo. Por lo tanto, las distancias y

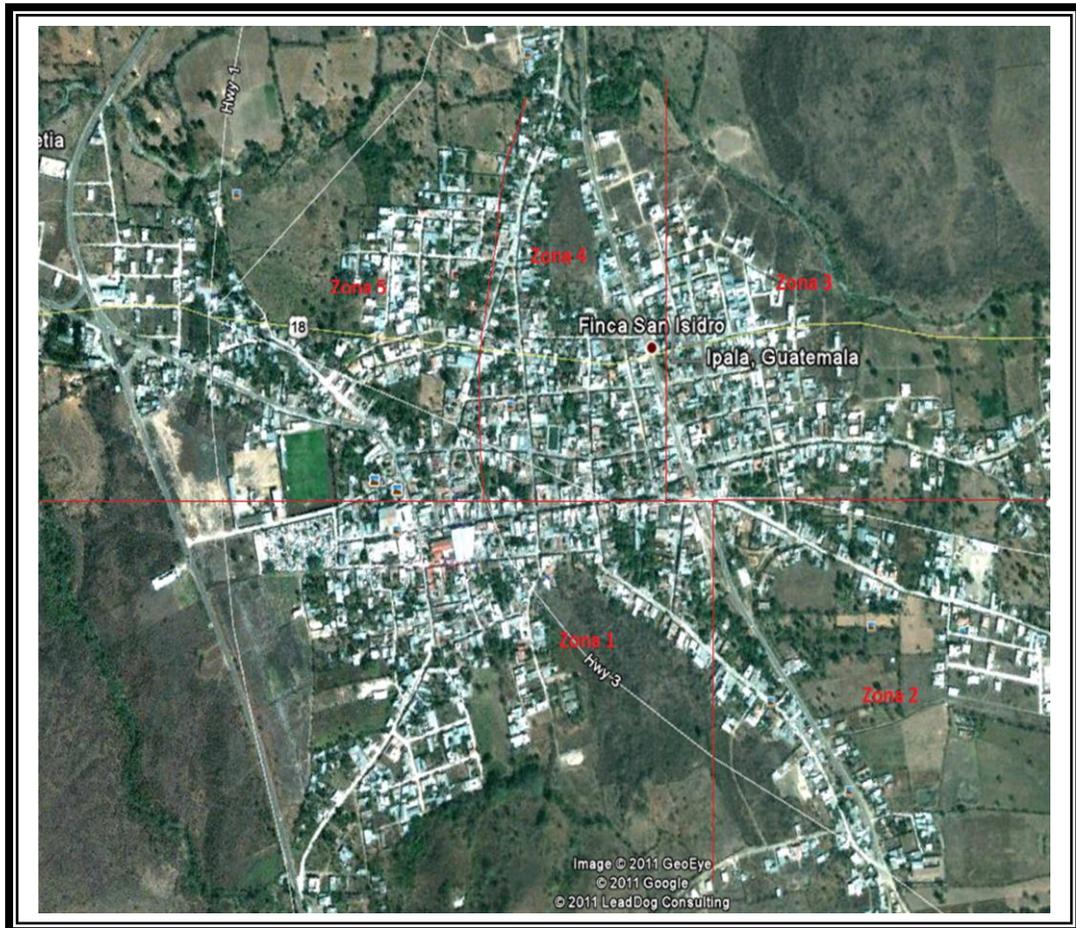
el tiempo de transporte será optimizando con 2 rutas de recolección, teniendo así la capacidad de recolectar 8 toneladas métricas.

Los camiones deberán tener palangana de volteo hidráulico y utilizar como combustible diesel, como se muestra en la Figura 21. Las rutas a seguir incluyen las siguientes poblaciones:

- Ruta1; recorrido por la zona 1,2 y 3 los días lunes, miércoles y viernes
- Ruta 2; recorrido por la zona 4 y 5 los días lunes, miércoles y viernes

Mientras que en comercios se realizará los días martes, jueves y sábados; y la recolección en el mercado será diaria.

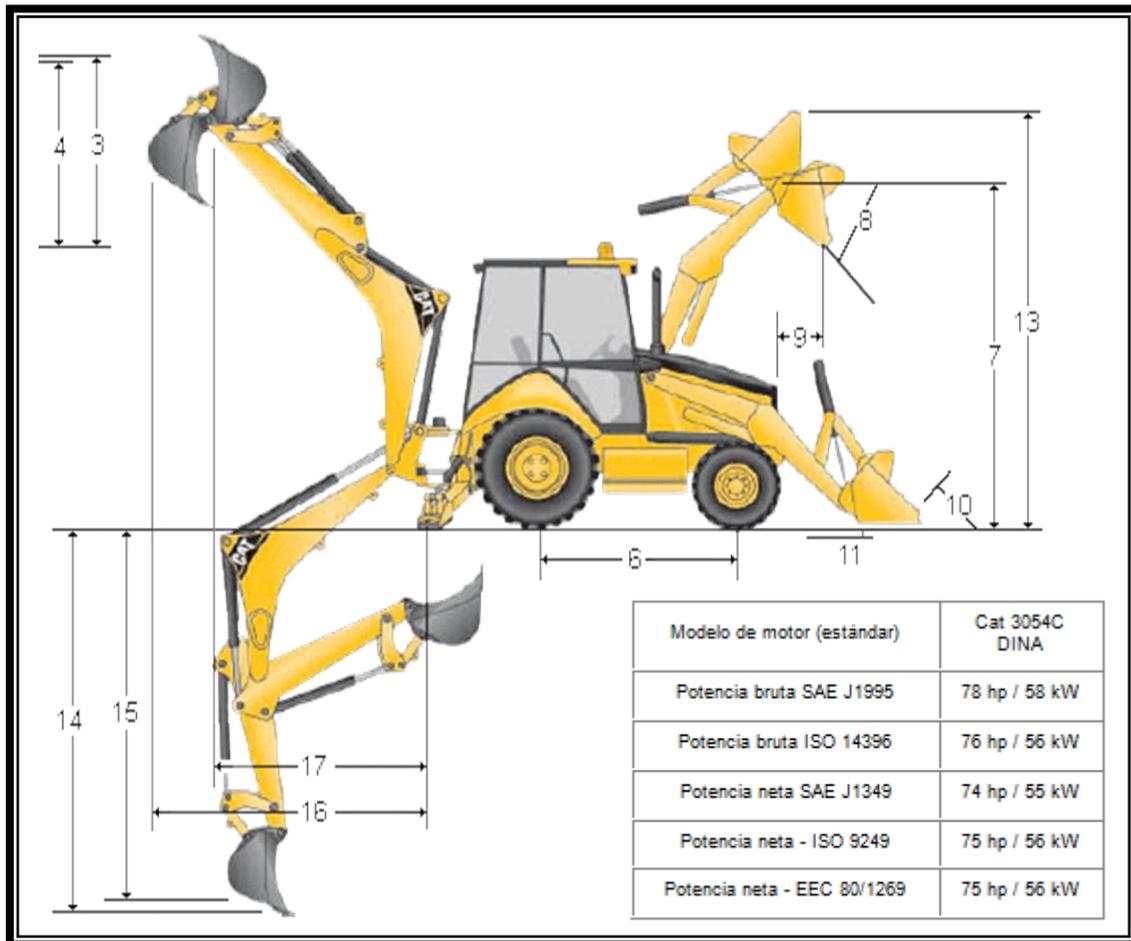
Figura 29. **Cabecera municipal de Ipala, Chiquimula dividida en zonas**



Fuente: elaboración propia.

- Retroexcavadora cargador 416E: en plantas como ésta, este equipo tiene mayor versatilidad. Se debe utilizar una retroexcavadora con pala y ruedas que pueda movilizar 0.5 toneladas métrica (Caterpillar 416E), puede acoplar y extender los RSU, así como realizar cierta compactación. Puede servir como medio de transporte y carga interna.

Figura 30. Retroexcavadora cargador 416E



Fuente: www.viarural.com.07-06-2011.

- Mobiliario y equipo de oficina: éste formará parte del mobiliario necesario para las operaciones, tanto administrativas como de operación para los empleados; éste consistirá en: 3 computadoras, 1 impresora, 2 teléfonos de escritorio, 20 *lockers*, 6 sillas, 2 escritorios, 4 bancas y equipo de oficina.
- Sistema de agua potable: este servicio no llegará hasta donde se encuentre el relleno sanitario, ya que su ubicación estará fuera del perímetro de la

ciudad. Por lo que debe pensarse en el almacenamiento de agua en un recipiente y su distribución por medio de una red de tuberías y una bomba. El agua se extraerá de un pozo construido específicamente, para la planta de tratamiento, se almacenará en el tanque y quedará lista para su posterior uso.

- Sistema eléctrico: será básicamente utilizado para las instalaciones administrativas y en el área de producción, para la separación y producción de compost. La potencia eléctrica instalada para los equipos de las diferentes áreas no requerirá voltajes superiores a los domiciliarios, por lo que se puede adquirir una planta de energía para el suministro eléctrico únicamente para emergencia del área administrativa, con una potencia de suministro de 110/220 kW. La instalación formal de energía eléctrica deberá realizarse a través de las líneas aéreas de potencia que la DEORSA tiene a la orilla de la carretera y separadas 100 metros de donde se encontrará la planta.
- Sistema de drenajes: éstos serán necesarios para la conducción de las aguas negras producidas por las áreas de producción y administración, habrá un drenaje libre con tubería de concreto de 8 pulgadas de diámetro. El drenaje será conducido hacia un pozo de absorción para su tratamiento.

El pozo de absorción tendrá la capacidad de captar el 300% del volumen de agua utilizado por el sistema de agua potable diario, es decir, que se deberá cavar una pozo de $1,272 \times 3 = 3,816$ litros = $3.816 = 4$ metros cúbicos.

- Sistema de comunicación: la comunicación externa, con proveedores, municipalidad, entre otros, se realizará a través de telefonía fija y la interna

con radio comunicación. La primera será adquirida para uso del área administrativa y la segunda para el área administrativa y operativa.

Los 2 teléfonos celulares (Jefe de planta y Jefe de producción), deberán tener los requerimientos y accesorios mínimos necesarios para establecer buena comunicación; entre éstos están: batería, cargador y número telefónico activado. Los radios deberán ser de dos bandas, con una base de comunicación, antena para que todos se encuentren dentro de la misma frecuencia, de comunicación, alcance de 20 kilómetros a la redonda. Cada radio deberá contar con los accesorios mínimos necesarios para su operación, como: cargador, batería y porta radio.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL

3.1. Planeación estratégica del proyecto

La planeación estratégica es un conjunto de acciones que deben ser desarrolladas para lograr los objetivos propuestos, lo que implica definir y priorizar las metas y objetivos a alcanzar, determinar los responsables para realizarlos, asignar recursos para llevarlos a cabo y establecer la forma y periodicidad para medir los avances.

3.1.1. Análisis FODA

Es una herramienta de análisis estratégico, que permite hacer un estudio de los factores internos y externos que afectan de manera positiva y negativa el proyecto.

Tabla V. **Matriz**

FACTORES EXTERNOS	Oportunidades 1 -Existe gran cantidad de desechos sólidos generados por la sociedad guatemalteca. 2 -Existen empresas interesadas en formar alianzas o buscar socios estratégicos. 3 -Existen políticas y planes estratégicos a nivel nación por el cuidado del ambiente natural del país. 4 -Existen empresas interesadas en comprar material para reciclaje.	Amenazas 1-Políticas de gobierno relacionadas al ambiente natural. 2 -Creación del programa municipal. 3 -Resistencia al cambio por parte de los usuarios. 4 -La competencia.
FACTORES INTERNOS		
Fortalezas 1 -Se cuenta con fondos propios. 2-Mano de obra calificada. 3-Conocimiento del adecuado manejo de los desechos solidos.	Estrategia (FO) Buscar por lo menos un socio estratégico o una alianza estratégica con una empresa interesada. (O1,O2,O3,F1, F2,F3)	Estrategia (FA) -Llegar a un consenso con la municipalidad, para que, por lo menos durante los primeros cinco años no se haga ningún tipo de medida impositiva al proyecto, que no se vea afectado y se lleve la correcta disposición de los residuos. (A1, A2, A4,F1,F3)
Debilidades 1 -Bajo poder negociador con proveedores y clientes debido a la distancia. 2 -El transporte. 3 -El <i>Marketing</i>	Estrategia (DO) -Creación de programas de difusión y ferias de la salud para promocionar la correcta disposición de los residuos solidos. (D3,O1) -Buscar acuerdos con clientes para crear una comunicación mas efectiva (D1,D2,O1,O4,O3)	Estrategia (DA) - Negociar con la municipalidad para que se involucre en el proyecto, que aporte por lo menos el 20% de la inversión, obtenga ganancias del 20%, y apoye las políticas del proyecto.(A1, A2)

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Misión

“Proporcionar un servicio a la comunidad mediante el acopio, recepción, aprovechamiento, reciclaje, procesamiento, comercialización y la disposición final de residuos sólidos, cumpliendo con leyes, reglamentos y normas ambientales, elevando la calidad de vida de los habitantes de la región.”

3.1.3. Visión

“Ser la empresa líder en el acopio, recepción, almacenaje, aprovechamiento, reciclaje, procesamiento, comercialización y la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, colaborando con la preservación y la cultura del medio ambiente.”

3.1.1. Metas

- Corto plazo
 - Reorganizar las rutas de la recolección de los desechos sólidos, especificando días y horarios por barrios, para un mejor control del mismo.
 - Informar a la población sobre la importancia del reciclaje, del procesamiento de los residuos sólidos y de su utilización posterior.
 - Realizar la selección de personal para que formen parte de los colaboradores del proyecto.

- Mediano plazo
 - Creación de un relleno sanitario, esto ayudaría a reducir botaderos clandestinos y el saneamiento de los municipales.
 - Promover la participación de empresas privadas y públicas al mejoramiento de la utilización de los desechos sólidos.
 - Promover políticas para la recuperación de materiales reciclables, para tener posibilidades de su comercialización.

- Largo plazo
 - Crear un programa de mejoramiento del medio ambiente.

- Creación de la cultura del aprovechamiento de los residuos sólidos.
- Expansión del servicio de recolección de desechos sólidos a todo el municipio.

3.2. Recurso humano

Se denominará recurso humano al trabajo que aporta el conjunto de los empleados o colaboradores que estarán en la planta y en la etapa de recolección. La Administración de Recursos Humanos tiene entre otras, proporcionar las capacidades humanas requeridas por una organización, desarrollar habilidades y aptitudes del individuo, para desempeñarse con efectividad, y a la colectividad en que se desenvuelve.

3.2.1. Cálculo de personal necesario

Todo el personal tendrá una jornada diurna, estableciéndose el siguiente horario:

- Personal de recolección (piloto y recolectores): de lunes a sábado de 6:00 a 15:00 horas, con una hora de almuerzo de 12:00 a 13:00 horas.
- Personal de planta: de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 con una hora para almorzar de 13:00 a 14:00 y los días sábado de 8:00 a 12:00 horas

El total del personal está distribuido como se muestra en la tabla VI

Tabla VI. **Personal requerido para el manejo de los desechos sólidos**

Puesto	Plazas	salario mensual
Personal Profesional		
Jefe de Planta	1	Q. 12 000,00
Jefe de Producción	1	Q. 8 000,00
Personal Técnico		
Secretaria	1	Q. 3 750,00
Personal de recolección	6	Q. 3 000,00
Piloto	2	Q. 3 500,00
Personal de separación	5	Q. 3 250,00
Personal de Compost	5	Q. 3 250,00
Seguridad	1	Q. 3 500,00
Mantenimiento y mensajero	1	Q. 2 750,00
Operario de Retroexcavadora	1	Q. 3 750,00

Fuente: elaboración propia, con base al estudio de los precios de la canasta básica y dentro de los lineamientos del Código de Trabajo.

3.2.2. Planilla de salarios

Para la planilla de salarios y el cálculo de prestaciones imputables al patrono, se utiliza la siguiente base legal:

- Bonificación incentivo (bono salarial)

Artículo 7 del Decreto No. 78-89 del Congreso de la República de Guatemala. Que corresponde una bonificación de doscientos cincuenta quetzales (Q. 250,00) que deberán pagar sus empleadores, junto al sueldo mensual devengado

- Bonificación anual (bono 14)

Artículo 2, párrafo segundo del Decreto No. 42-92 del Congreso de la República de Guatemala; que literalmente dice: “para determinar el monto de la prestación, se tomará como base el promedio de los sueldos o salarios ordinarios devengados por el trabajador en el año, el cual termina en el mes de junio de cada año.”

- Aguinaldo

Artículos 1 y 9 de la Ley Reguladora de la Prestación del Aguinaldo para trabajadores públicos y privados, y artículo 102 literal j) de la Constitución de la República de Guatemala; que hace referencia a la obligación del empleador de otorgar cada año un aguinaldo no menor del ciento por ciento del salario mensual, o el que ya estuviere establecido sí fuere mayor, a los trabajadores que hubieren laborado durante un año ininterrumpido y anterior a la fecha del otorgamiento. La ley regulará su forma de pago. A los trabajadores que tuvieren menos del año de servicios, tal aguinaldo les será cubierto proporcionalmente al tiempo laborado;

- Vacaciones

Artículo 102, literal i) de la Constitución Política de la República de Guatemala establece que el trabajador tendrá derecho a quince días hábiles de vacaciones anuales pagadas después de cada año de servicios continuos; además de los artículos 82, 130, 131, 133 y 134 del Código de Trabajo; y artículo 6 del Decreto No. 64-92; que también regulan las vacaciones.

- Indemnización

Artículo 4 de la ley de Bonificación Anual para Trabajadores del Sector Privado y Público (Decreto No. 42-92). Que establecen para el cálculo de la indemnización a que se refiere el artículo 82 del Código de Trabajo, se debe tener en cuenta el monto de la bonificación anual devengada por el trabajador, en la proporción correspondiente a seis meses de servicios, o por el tiempo trabajado, si éste fuera menor de seis meses.

- Ventajas económicas

De conformidad con el artículo 90, último párrafo del Código de Trabajo. Las ventajas económicas son todos aquellos beneficios que obtiene el trabajador por parte de la empresa, en este caso corresponde a un bono anual correspondiente al 3% sobre el salario devengado.

Los resultados de la planilla de salarios y sus respectivas prestaciones se muestran en la tabla VII. Estos cálculos han sido redondeados por simplificación al entero próximo.

Tabla VII. **Planilla de salarios**

Puesto	Plazas	Salario mensual	Bono	Salario Mes	Salario Año	Prestaciones de ley					Ventajas Económicas	Salario + prestaciones anuales
						Bono 14	Aguinaldo	Vacaciones	Indemnización	Total		
Jefe de Planta	1	Q. 12 000,00	Q. 250,00	Q. 12 250,00	Q. 147 000,00	Q. 12 250,00	Q. 12 250,00	Q. 510,83	Q. 1 035,13	Q. 367,50	Q. 173 413,45	
Jefe de Producción	1	Q. 8 000,00	Q. 250,00	Q. 8 250,00	Q. 99 000,00	Q. 8 250,00	Q. 8 250,00	Q. 344,03	Q. 697,13	Q. 247,50	Q. 116 788,65	
Secretaria	1	Q. 3 750,00	Q. 250,00	Q. 4 000,00	Q. 48 000,00	Q. 4 000,00	Q. 4 000,00	Q. 166,80	Q. 338,00	Q. 120,00	Q. 56 624,80	
Personal de recolección	6	Q. 3 000,00	Q. 250,00	Q. 3 250,00	Q. 39 000,00	Q. 3 250,00	Q. 3 250,00	Q. 135,53	Q. 274,63	Q. 97,50	Q. 46 007,65	
Piloto	2	Q. 3 500,00	Q. 250,00	Q. 3 750,00	Q. 45 000,00	Q. 3 750,00	Q. 3 750,00	Q. 156,38	Q. 316,88	Q. 112,50	Q. 53 085,75	
Personal de separación	5	Q. 3 250,00	Q. 250,00	Q. 3 500,00	Q. 42 000,00	Q. 3 500,00	Q. 3 500,00	Q. 145,95	Q. 295,75	Q. 105,00	Q. 49 546,70	
Personal de Compost	5	Q. 3 250,00	Q. 250,00	Q. 3 500,00	Q. 42 000,00	Q. 3 500,00	Q. 3 500,00	Q. 145,95	Q. 295,75	Q. 105,00	Q. 49 546,70	
Seguridad	1	Q. 3 500,00	Q. 250,00	Q. 3 750,00	Q. 45 000,00	Q. 3 750,00	Q. 3 750,00	Q. 156,38	Q. 316,88	Q. 112,50	Q. 53 085,75	
Mantenimiento y mensajero	1	Q. 2 750,00	Q. 250,00	Q. 3 000,00	Q. 36 000,00	Q. 3 000,00	Q. 3 000,00	Q. 125,10	Q. 253,50	Q. 90,00	Q. 42 468,60	
Operario de Retrocavadora	1	Q. 3 750,00	Q. 250,00	Q. 4 000,00	Q. 48 000,00	Q. 4 000,00	Q. 4 000,00	Q. 166,80	Q. 338,00	Q. 120,00	Q. 56 624,80	
Total Anual											Q. 697 192,85	

Fuente: elaboración propia, basada dentro de los lineamientos del Código de Trabajo y la Constitución Política de la República de Guatemala.

3.2.3. Descripción y perfil de puestos

Esta descripción es de mucha utilidad para discernir y desarrollar de manera eficiente, las diferentes tareas, deberes, responsabilidades y relaciones recíprocas que sucederán entre el personal que conforma la estructura organizativa de la planta de tratamiento de residuos sólidos. Es aquí donde se asignan las responsabilidades, delegan la funciones, identificación de los deberes individuales para cada empleado y se establecen los requisitos de cada puesto.

- Jefe de planta
 - Funciones generales
 - Planificar, organizar, y evaluar las actividades técnico administrativas que se desarrollen dentro de la planta.
 - Cumplir y velar porque se cumplan las disposiciones que rigen a la planta.
 - Velar porque las unidades cumplan con sus atribuciones, de manera correcta y eficiente.
 - Funciones específicas
 - Elaborar el plan detallado de trabajo anual para la planta.
 - Administrar en forma eficaz y eficiente los recursos de la planta.
 - Seleccionar al personal de operación de la planta.
 - Elaborar informes estadísticos mensuales de las actividades técnico-administrativas y financieras.
 - Atender y resolver dudas de los jefes de otras áreas.

- Planificar y efectuar mensualmente reuniones con los jefes de cada área.
 - Planificar y efectuar trimestralmente reuniones con el personal operativo de la planta.
 - Elaborar el presupuesto de ingresos y gastos, mensualmente.
 - Rendición de cuentas contra inventario y control de ingreso y egreso de planta.
 - Manejar cartera de clientes.
- Requisitos del puesto
 - Conocimientos: dirección, administración, organización, coordinación y planificación o conocimientos de una planta de tratamiento de residuos sólidos.
 - Formación: Ing. Industrial, Ing. Civil.
 - Experiencia: mínima de 3 años en puestos similares.
 - Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad, don de mando, didáctico, dispuesto a trabajar bajo presión y habilidad para tomar decisiones.
- Jefe de producción
 - Funciones generales
 - Dirigir, coordinar, supervisar y evaluar las actividades técnico administrativas que se desarrollen dentro de la planta de producción y bodega.
 - Cumplir y velar que se cumplan las disposiciones que rigen a la planta.

- Velar porque las unidades a su cargo cumplan con sus atribuciones de manera correcta y eficiente.

- Funciones específicas
 - Llevar bitácora de producción.
 - Administrar en forma eficaz y eficiente los recursos humanos de la planta.
 - Evaluar al personal de operación de la planta.
 - Dirigir y evaluar mediante informes semanales las actividades técnico-administrativas.
 - Atender y resolver dudas de los jefes de otras áreas.
 - Llevar controles específicos de la cantidad de compost producido.
 - Llevar controles específicos de la cantidad de comunidad de lombrices coquetas rojas producidas.
 - Llevar el control de inventarios de bodegas.
 - Supervisión directa sobre operarios y maquinaria de la planta.

- Requisitos del puesto
 - Conocimientos: dirección, administración, organización, coordinación y planificación o conocimientos de una planta de tratamiento de residuos sólidos.
 - Formación: Ing. Químico. Ing. Industrial.
 - Experiencia: mínima de 1 años en posiciones similares.
 - Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad, don de mando, didáctico, dispuesto a trabajar bajo presión y habilidad para tomar decisiones.

- Secretaria
 - Funciones generales
 - Realizar las actividades secretariales de la planta.
 - Mantener al día las actividades contables de la planta.
 - Funciones específicas
 - Manejar información acerca de los salarios.
 - Manejo de archivo y documentación interna.
 - Atención a clientes y visitantes.
 - Recepción de llamadas telefónicas.
 - Tomar nota de los dictados requeridos por la jefatura o administración.
 - Escribir a mano, máquina y/o computadora: cartas, memos, actas, notas y cualquier documento que le sea requerido por el jefe de planta.
 - Llevar registros y controles contables, elaborar estados financieros, para su posterior análisis.
 - Ayudar y apoyar en reuniones y actividades realizadas en la planta.
 - Cualquier otra función inherente al cargo, que sea asignada por su jefe inmediato.
 - Requisitos del puesto
 - Conocimientos: actividades secretariales, manejo de paquetes de *software*, conocimientos contables.

- Formación: Perito contador, con amplios conocimientos de computación, redacción y correspondencia, catalogación y archivo.
 - Experiencia: mínima de 2 años en puestos similares.
 - Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad, habilidad en el manejo de aspectos contables, buenas relaciones interpersonales.
- Recolector
 - Funciones generales
 - Brindar apoyo para la recolección de residuos sólidos de puerta en puerta.
 - Brindar apoyo para la disposición final de residuos recibidos del camión de recolección.
 - Brindar apoyo a las áreas de producción de compost y separación cuando sea necesario.
 - Funciones específicas
 - Trasladar los residuos en bolsas hacia el camión de recolección.
 - Realizar una pre-separación de residuos dentro del camión.
 - Requisitos del puesto
 - Conocimientos: conocer el riesgo de trabajar con productos de desecho o reciclaje.
 - Formación: sexto primaria como mínimo.
 - Experiencia: no necesaria.

- Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión, estatura promedio y buena condición física.
- Piloto
 - Funciones generales
 - Brindar apoyo para recolectar los residuos sólidos recibidos de puerta en puerta.
 - Funciones específicas
 - Conducir apropiadamente el camión o cargador frontal.
 - Trasladar los residuos desde donde son recogidos hasta la planta de tratamiento y disposición final.
 - Control de que los residuos sean pre-separados antes de llegar a la planta.
 - Limpieza del vehículo de recolección.
 - Mantener limpio el interior del vehículo de recolección.
 - Requisitos del puesto
 - Conocimientos: manejo de maquinaria pesada o camiones de transporte.
 - Licencia vigente tipo A.
 - Formación: nivel medio como mínimo.
 - Experiencia: mínima de 5 años en posiciones similares.
 - Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad.

- Operario de retroexcavadora
 - Funciones generales
 - Operar retroexcavadora dentro de la planta.
 - Funciones específicas
 - Conducir apropiadamente la maquinaria.
 - Trasladar los residuos recolectados a planta de tratamiento y disposición final.
 - Control de que los residuos sean pre-separados antes de llegar llevar al área de Compost
 - Limpieza del vehículo.
 - Requisitos del puesto
 - Conocimientos: manejo de maquinaria pesada o camiones de transporte.
 - Formación: nivel medio como mínimo.
 - Experiencia: mínima de 5 años en posiciones similares.
 - Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad.
 - Conocimiento en mantenimiento preventivo de la maquinaria.

- Separadores
 - Funciones generales
 - Separar los residuos en diferentes grupos, pesarlos y/o colocarlos en un lugar listo para transportarlos hacia el lugar de venta.

- Funciones específicas
 - Separar plásticos, papel, vidrio en colores, metales no ferrosos y demás residuos en grupos.
 - Pesar los grupos.
 - Limpieza diaria de su área de trabajo.

- Requisitos del puesto
 - Conocimientos: conocer el riesgo de trabajar con productos de desecho o reciclaje.
 - Formación: sexto primaria como mínimo
 - Experiencia: no necesaria.
 - Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión, estatura promedio y buena condición física.

- Agente de seguridad
 - Funciones generales
 - Velar por la seguridad y orden dentro de la planta y su perímetro.

 - Funciones específicas
 - Llevar un registro del ingreso y egreso de vehículos a la planta.
 - Manejar un registro del ingreso y egreso del personal.
 - Vigilancia permanente de la maquinaria y equipo dentro de la planta.

- Requisitos del puesto
 - Conocimientos: manejo de armamento, técnicas de supervivencia y defensa personal.
 - Formación: nivel medio como mínimo.
 - Experiencia: mínima de 3 años en posiciones similares.
 - Características y habilidades: responsabilidad, honestidad y seriedad.

- Personal de compost
 - Funciones generales
 - Brindar apoyo para la recolección de residuos orgánicos y transformarlos en abono.

 - Funciones específicas
 - Preparar las cámaras de descomposición para colocar los residuos orgánicos.
 - Separar el abono de la lombriz e introducirlo en bolsas.
 - Limpieza diaria de su área de trabajo.

 - Requisitos del puesto
 - Conocimientos: conocer el riesgo de trabajar con productos de desecho o reciclaje.
 - Formación: sexto primario como mínimo.
 - Experiencia: no se necesita previamente.

- Características y habilidades: responsabilidad, puntualidad, dispuesto a trabajar bajo presión, estatura promedio y buena condición física.
- Mantenimiento y mensajería
 - Funciones generales
 - Velar por limpieza y orden dentro de las oficinas y bodegas.
 - Funciones específicas
 - Mantener limpias las áreas de trabajo dentro de las oficinas, servicios sanitarios, los de recepción y oficina de gerencia.
 - Realizar envíos o tareas fuera de planta, tipo mensajería.
 - Requisitos del puesto
 - Conocimientos: manejo de armamento, técnicas de supervivencia y defensa personal.
 - Formación: nivel medio como mínimo.
 - Experiencia: mínima de 3 años en posiciones similares.
 - Características y habilidades: responsabilidad, honestidad y seriedad.

3.3. Aspectos legales y fiscales

En esta sección se mencionan las principales disposiciones contenidas en las leyes, acuerdos o resoluciones que se relacionan con la presente investigación.

3.3.1. Constitución Política de la República de Guatemala

La Constitución Política de la República de Guatemala es la ley suprema de la república del país de Guatemala, en la cual se rige todo el Estado y sus demás leyes, fue creada por una Asamblea Nacional Constituyente en 1986, la cual lo hizo en representación del pueblo con el objeto de organizar jurídicamente y políticamente al Estado, también contiene los derechos fundamentales de los miembros de su población.

3.3.1.1. Sección séptima, artículo 97

Medio ambiente y equilibrio ecológico: en la sección séptima, sobre Salud, Seguridad y Asistencia Social, artículo 97 de medio ambiente y equilibrio ecológico, la Constitución política de la república de Guatemala dice: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico, que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

3.3.2. Ley de impuesto sobre la renta

El ISR es un impuesto que grava los ingresos de las personas, empresas, u otras entidades legales. Normalmente se calcula como un porcentaje variable de los ingresos de la persona física o jurídica sujeta a impuestos.

3.3.2.1. Artículo 6

El inciso a) del artículo 6 de la Ley de Impuesto Sobre la Renta, establece que están exentas de pago del impuesto, las rentas que obtengan los organismos del Estado, y sus entidades descentralizadas y autónomas, las municipalidades y sus empresas, excepto las provenientes de personas jurídicas formadas con capitales mixtos. Asimismo, el inciso e) del mismo artículo establece que los intereses y las comisiones de préstamos contratados en el exterior por los organismos del Estado, las municipalidades y sus entidades, también están exentos del pago del ISR.

3.3.3. Código Tributario

Las normas de este código son de derecho público y regirán las relaciones jurídicas que se originen de los tributos establecidos por el Estado, con excepción de las relaciones tributarias aduaneras y municipales, a las que se aplicarán en forma supletoria.

3.3.3.1. Capítulo I, artículo 1

El Código Tributario, en su capítulo I, artículo 1, acerca del campo y carácter de aplicación, se refiere: “Las normas de este Código son de derecho público y regirán las relaciones jurídicas que se originen de los tributos

establecidos por el Estado, con excepción de las relaciones tributarias aduaneras y municipales, a las que se aplicarán en forma supletoria”. “También se aplicarán supletoriamente a toda relación jurídico tributaria, incluyendo las que provengan de obligaciones establecidas a favor de entidades descentralizadas o autónomas y de personas de derecho público no estatales”.

3.3.4. Código de Trabajo

El Código de Trabajo estipula los lineamientos que regulan lo relacionado con: los contratos individuales de trabajo; las obligaciones de los patronos; obligaciones y derechos de los trabajadores; terminación de contratos de trabajo; salarios mínimos; jornadas de trabajo; descansos semanales y días de asueto, prestaciones y bonificaciones laborales, entre otras. El Código de trabajo establece la obligación del patrono para adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la seguridad y la salud de los trabajadores que prestan sus servicios. Para ello deberán adoptarse algunas medidas para prevenir accidentes, prevenir enfermedades profesionales, y eliminar las causas que las provocan, prevenir incendios, proveer un ambiente sano de trabajo, entre otros.

3.3.5. Código Municipal

El Código municipal (Decreto Número 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala), establece en su inciso e) del artículo 68, que es de competencia municipal la autorización de licencias de construcción de obras públicas o privadas en la circunscripción del municipio. El artículo 142 establece que cualquier forma de desarrollo urbano o rural que realicen personas individuales o jurídicas, deberá contar con la aprobación y

autorización de la municipalidad local. Estas formas de desarrollo, además de cumplir con las leyes que las regulan, deberán comprender y garantizar como mínimo, el establecimiento, funcionamiento y administración de los servicios públicos siguientes:

- Vías, calles, avenidas; camellones y aceras de las dimensiones, seguridades y calidades adecuadas, según su naturaleza.
- Agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución.
- Energía eléctrica, alumbrado público y domiciliario.
- Alcantarillado y drenajes generales y conexiones domiciliarias.
- Áreas recreativas y deportivas, escuelas, mercados, terminales de transporte y de pasajeros, y centros de salud.

3.3.6. Legislación ambiental

La legislación ambiental o derecho ambiental es un complejo conjunto de tratados, convenios, estatutos, reglamentos, que de manera muy amplia, regulan la interacción de la humanidad y el resto de los componentes biofísicos o el medio ambiente natural, con el fin de reducir los impactos de la actividad humana, tanto en el medio natural como en la humanidad misma.

3.3.6.1. Ley de protección y mejora del ambiente

El 5 de diciembre de 1986, en uso de las facultades que le confieren los artículos 157 y 171, inciso a) de la Constitución Política de la República de Guatemala, se crea la ley de protección al ambiente.

3.3.6.1.1. Capítulo I, artículo 8

En el Capítulo I, Principios Fundamentales, artículo 8 (reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93), dice: "...para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario, previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q. 5 000,00 a Q. 100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado, en tanto no cumpla."

3.3.6.1.2. Capítulo II, artículo 15

En el Capítulo II, artículo 15, inciso d) de la Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, indica que debe demostrarse técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo con las normas

de calidad del agua. Esto al igual que las especificaciones sobre el lugar correcto para instalar una planta para tratamiento de residuos sólidos, busca no contaminar el manto freático o fuente directa de agua potable.

3.3.6.1.3. Capítulo V, artículo 18

Así también en el Capítulo V, artículo 18, se mencionan que será el Organismo Ejecutivo, quien emitirá los reglamentos correspondientes, relacionados con las actividades que puedan causar alteración estética del paisaje y de los recursos naturales, provoquen ruptura del paisaje y otros factores considerados como agresión visual y cualesquiera otras situaciones de contaminación visual, que afecten la salud mental y física y la seguridad de las personas.

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Situación ambiental del área

A continuación se dará una breve descripción del área en estudio, se describirá la situación medioambiental y las principales actividades económicas.

4.1.1 Descripción medioambiental del área

Chiquimula es conocido como uno de los departamentos más cálidos de Guatemala; sin embargo, hay variedad de climas, predominando el cálido variado. Cerca del volcán Ipala el clima es templado y a veces frío. En lo que se refiere a su hidrografía, dentro del departamento son dos las principales cuencas hidrográficas, cuyas corrientes a su vez son tributarias de las que, hacia el norte descargan sus aguas en el mar Caribe, y por el sur, después de atravesar la república de El Salvador, desembocan en el Océano Pacífico.

En Ipala sobresale la zona de vida: bosque húmedo subtropical templado. Cuenta con un área protegida del volcán y laguna de Ipala.

No toda su tierra es cultivable, salvo para cultivos perennes y de montaña, principalmente para fines forestales y pastos, con factores limitantes muy severos, con profundidad y rocosidad; de topografía ondulada o quebrada y fuerte pendiente. La tierras no cultivables son aptas, solamente, para fines de uso o explotación forestal, de topografía muy fuerte y quebrada con pendiente muy inclinada; y tierras no aptas para todo cultivo, sólo para parques

nacionales, recreación y vida silvestre, y para protección de cuencas hidrográficas, con topografía muy quebrada, escarpada o playones inundables.

Figura 31. Foto balneario Poza de la Pila



Fuente: chiquimulaonline.com. 08/08/2011.

Figura 32. Medioambiente en Ipala



Fuente: chiquimulaonline.com. 08/08/2011.

4.1.2. Principales actividades económicas del área

Ipala basa su economía en la agricultura y el turismo; en el caso de la agronomía, el maíz y frijol son cultivos anuales asociados, los subproductos de éstos son utilizados como abono orgánico y alimento para animales. Arroz: es un monocultivo anual y los subproductos son utilizados como abono orgánico y alimento para animales. El chile y el tomate son cultivos temporales, los subproductos se utilizan como abono orgánico, y desde hace unos años, también se cultivan melones de exportación; en el caso del turismo, se explota, en los siguientes sitios: el volcán de Ipala y la laguna del mismo nombre, La Poza de La Pila y Aguas Termales Cofradías.

Figura 33. Producción de frijol en Ipala



Fuente: agronomisimo.blogspot.com. 08/08/2011.

4.2. Identificación de riesgos y amenazas

En el ámbito nacional, de acuerdo con disposiciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para todo proyecto, obra, industria o actividad se requiere como primer elemento para determinar si es dañino al ambiente o no, la presentación adicional de un estudio de impacto ambiental, también existe la posibilidad de realizar una evaluación ambiental inicial, mediante el formulario de Evaluación Ambiental Inicial (FEAI), el cual es presentado a la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales o bien en las delegaciones del MARN, para su evaluación.

Existe una Guía de Términos de Referencia para la elaboración de un estudio de impacto ambiental emitida por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, éstos son aplicados, principalmente, a los proyectos de Alto Impacto Ambiental (categoría A) o bien a los catalogados como moderado de alto impacto ambiental (categoría B1). En el presente caso, el estudio de Impacto Ambiental se desarrolla, tomando en consideración los temas relacionados y adaptándolos a los requerimientos indicados y además por considerar que a primera vista, resulta evidente que los posibles impactos adversos que el presente proyecto pueda generar son de magnitud e importancia baja.

4.2.1. Efectos de los desechos sólidos

Los efectos producidos por los desechos sólidos suelen ser de forma directa e indirecta.

4.2.2.1. Directos

Los efectos directos de los desechos sólidos son los ocasionados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos, tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios y a los trabajadores que se dedican a la recolección de basura.

Un punto importante es que el servicio de recolección de basura es considerado uno de los trabajos más arduos: se realiza en movimiento, levantando objetos pesados y, a veces, por la noche o en las primeras horas de la mañana; condiciones que lo vuelven de alto riesgo y hacen que la morbilidad pueda llegar a ser alta. Los factores anteriores se tornan más críticas, si las jornadas son largas y, además, si se aplican medidas preventivas o no se usa el equipo de protección necesario.

Asimismo, los vehículos de recolección no siempre ofrecen las mejores condiciones, en muchos casos, los operarios deben realizar sus actividades en presencia continua de gases y partículas emanadas por los propios equipos, lo que produce irritación en los ojos y afecciones respiratorias; por otra parte, estas personas están expuestas a mayores riesgos de accidentes de tránsito, magulladuras, etc.

En peor situación se encuentran los segregadores de basura, cuya actividad de separación y selección de materiales se realiza en condiciones infra humanas y sin la más mínima protección ni seguridad social. En general, por su bajo nivel socioeconómico, carecen de los servicios básicos de agua, alcantarillado y electricidad y se encuentran sometidos a malas condiciones alimentarias, lo que se refleja en un estado de desnutrición crónica.

Los segregadores de basura suelen tener más problemas gastrointestinales de origen parasitario, bacteriano o viral que el resto de la población. Además, sufren un mayor número de lesiones que los trabajadores de la industria; estas lesiones se presentan en las manos, pies y espalda, pueden ser cortes, heridas, golpes, y hernias; además de enfermedades de la piel, dientes y ojos e infecciones respiratorias, entre otras; frecuentemente, estos problemas son causantes de incapacidad laboral.

Los mismos segregadores de basura se transforman en vectores sanitarios y potenciales generadores de problemas de salud entre las personas con las cuales conviven y están en contacto.

4.2.1.2. Indirectos

El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Éstos son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades para la población en general, desde simples diarreas, hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad. Uno de los animales que producen

mayor proliferación de enfermedades es la mosca; su ciclo de reproducción depende de la temperatura ambiental. Pueden llegar a su estado adulto en un lapso de entre 8 y 20 días y su radio de acción puede ser de 10 km en 24 horas. Su medio de reproducción está en los excrementos húmedos de humanos y animales (criaderos, letrinas mal construidas, fecalismo al aire libre, lodos de tratamiento, basuras). Se estima que un kilogramo de materia orgánica permite la reproducción de 70 000 moscas.

4.2.1.3. Lixiviación

Es un proceso de lavado que realiza el agua que se infiltra en el suelo. La disolución, percolado y precipitación de las moléculas e iones del suelo depende de varios factores, como el pH y la temperatura. El responsable último del tipo de lixiviación, como del tipo de suelo formado, es el clima. El horizonte o nivel A de un suelo se denomina, también, nivel de lixiviación, de eluviación o de lavado, porque es el que resulta empobrecido como resultado de este proceso. Por el contrario, el horizonte B se denomina nivel de iluviación o de acumulación, porque en él se produce el depósito de las sales procedentes del lavado del nivel superior. Suelen acumularse carbonatos, nitratos y sulfatos de hierro, calcio o aluminio.

Figura 34. **Pilas de lixiviación**



Fuente: www.srk.com.ar. 10/08/2011.

La lixiviación es un proceso a tener en cuenta desde el punto de vista ambiental, dado que si se han vertido contaminantes en la superficie, la lixiviación puede provocar la contaminación de los suelos subyacentes o de las aguas subterráneas. Para evitar algunos de estos problemas, al instalar un vertedero de basuras o una balsa de decantación de instalaciones mineras o industriales, hay que impermeabilizar la base para evitar la lixiviada y posible contaminación del subsuelo.

Figura 35. **Impermeabilización de relleno sanitario**



Fuente: www.maccaferri.com. 10/08/2011.

4.2.1.4. Alteración del sistema hídrico

El efecto ambiental más serio, pero menos reconocido, es la contaminación en el sistema hídrico (agua), tanto superficial como subterránea, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos.

Es necesario poner atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidas como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Las fuentes contaminadas implican

consecuencias negativas para la salud pública, cuando no se tratan debidamente y grandes gastos de potabilización.

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de algas y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso. Por tal motivo, en muchas regiones las corrientes de agua han dejado de ser fuente de abastecimiento para el consumo humano o de recreación de sus habitantes.

La descarga de la basura en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas también trae consigo la disminución de los cauces y la obstrucción, tanto de éstos como de las redes de alcantarillado. En los periodos de lluvias, provoca inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, lo que es más grave aún, de vidas humanas.

4.2.1.5. Alteración del sistema edafológico

El abandono y la acumulación de desechos sólidos a cielo abierto son causa del deterioro estético y la desvalorización del terreno propio, y de las áreas adyacentes. Esto es debido a la contaminación causada por distintas sustancias contenidas en la basura, sin ningún control.

4.2.1.6. Alteración del aire

Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que se respira y aún más, cuando estos botaderos son clandestinos y no controlados por la municipalidad, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemas y los humos, que reducen la

visibilidad, y del polvo que levanta el viento en los periodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes.

4.3. Medidas de mitigación

A continuación se describen las medidas de mitigación de deberán tomarse en cuenta para prevenir, atenuar y minimizar los impactos negativos que se tengan en el ambiente por efecto de la instalación del relleno sanitario, durante las etapas de habilitación, operación y post-clausura.

4.3.1. Etapa de habilitación

En la etapa de habilitación los impactos negativos son generados por la maquinaria pesada que realizará, tanto los trabajos de limpieza del área como de excavación de las trincheras. Estos impactos son principalmente la generación de polvo, ruido y riesgos de accidentes. Las medidas de mitigación a observarse en esta etapa son:

- En caso en que se genere una cantidad excesiva de polvo se deberá rociar el área intervenida con agua.
- Referente al ruido y riesgos de accidentes, el personal a cargo de las labores operativas y del control del área, deberá hacer uso de equipo de protección personal, tales como: orejeras, casco, lentes, chalecos reflectivos, botas y guates. El personal que estará a cargo de operación del equipo pesado deberá contar con experiencia y estar adecuadamente capacitado para desarrollar esta labor.

4.3.2. Etapa de operación

En esta etapa, la planta prestará sus servicios de recolección de residuos sólidos y manejo de los residuos sólidos.

4.3.2.1. Transporte de los residuos

Para minimizar la dispersión de residuos ligeros, como plásticos y papeles durante el transporte de los residuos hacia el relleno, se deberá colocar una lona sobre el camión, y evitar así este problema.

4.3.2.2. Esparcido y compactación

Una de las ventajas de utilizar el esparcido y la compactación de los residuos, es que no ocasiona ruidos molestos, a diferencia de cuando se utilizan equipos pesados; las principales medidas de mitigación a adoptar durante esta actividad son:

- Al hablar de la emanación de los olores desagradables y la proliferación de vectores: se debe realizar un inmediato procesamiento de los residuos, especialmente en lo que respecta a la cobertura de los mismos, esto con la finalidad de reducir el tiempo de exposición al ambiente de los desechos sin procesar, lo cual reduce de igual forma, la posibilidad de la presencia de roedores y de animales que encuentran abrigo y alimentos en la materia orgánica presente en dichos desechos.
- Es importante que el personal que trabaje directamente en el área de descarga y procesamiento residuos utilice los implementos de protección

personal, tales como: guantes, botas, gorro, uniforme u ropa especial, mascarilla como protección mínima.

- Es recomendable para reducir los efectos de la visibilidad del relleno, sanitario instalar un cerco vivo en el perímetro del relleno con la finalidad de retener los materiales ligeros dispersados por el viento.

4.3.2.3. Emisión de gases y lixiviados

Las medidas de mitigación para la generación de gases y lixiviados consisten en la instalación de drenes horizontales y verticales para controlar su captación y evacuación, tal como se detalla a continuación:

- Para la emisión de gases se tiene planificado, instalar chimeneas o drenes verticales mediante los cuales se canalizan y captan los mismos, posibilitando de esta forma, su posterior combustión controlada, al concluir la construcción de la plataforma y luego del sellado final.
- Verificar y vigilar el cumplimiento de la instalación de los drenes verticales para el control de los gases y de los drenes horizontales para la inspección de los lixiviados, además contar con un equipo contra incendios para el registro de eventos de la generación accidental del fuego por la presencia del gas metano.
- Es importante controlar el cumplimiento de la instalación de los techos sobre las trincheras y los drenes perimétricos para captar y desviar las aguas pluviales y evitar que el agua de escorrentía ingrese a las trincheras.

- Para evitar el aumento descontrolado de la generación de lixiviados, es fundamental impedir el ingreso de aguas de lluvia a la trinchera, los lixiviados que se generen en las trincheras serán almacenados en el interior de las mismas, considerando que la pequeña cantidad, tanto de residuo como del porcentaje de materia orgánica en los residuos, no favorecen una generación grande de lixiviados.
- Es fundamental que los lixiviados que se capten en el pie de las plataformas de elevación deberán ser canalizados, captados y evacuados mediante drenes horizontales que los conducirán a dos lagunas de evaporación instaladas en serie. Se deberán construir pozos de monitoreo aguas abajo del posible acuífero subterráneo, para detectar una eventualidad filtración de lixiviados.

4.3.2.3.1. Ventilación de gases

El gas del relleno sanitario (biogás), constituye uno de los más importantes productos derivados de la descomposición biológica de la fabricación orgánica de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario. Un determinado volumen específico de residuos sólidos en el relleno sanitario (es decir, un volumen de control en el sentido de ingeniería), está sujeto a una serie de cambios que se inicia desde los procesos aerobios de descomposición de los anaerobios es producido en varias fases, dando diversos gases y compuestos variados de azufre y carbono y ácidos orgánicos volátiles.

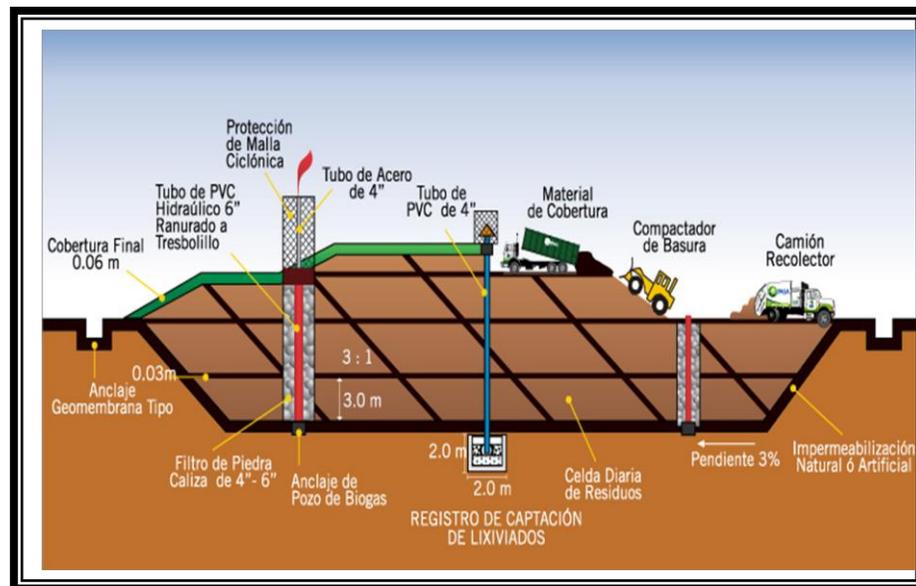
Por tal motivo, es aconsejable en ciertas áreas del relleno (distancia: ca. 50-60 m), arrojar cascajo, rocas, material grueso de obras de demolición en lugar de desechos, una capa sobre otra, para que esto forme después de algún tiempo una clase de chimenea, para la recolección del gas, a través de la cual

el biogás podría fácilmente filtrarse hasta la superficie del relleno. Ahí éste puede ser recolectado por un sistema de tuberías y se le puede dar uso, o por lo menos quemarlo.

Es importante que el material empleado esté libre de material CaCO_3 , porque éste sería destruido por los componentes ácidos del gas del relleno.

Durante la operación del relleno, así como posteriormente, se debe esperar que el gas vaya a formar una mezcla explosiva cuando se mezcle con oxígeno. Por lo tanto, se deben tomar precauciones especiales de seguridad. La parte superior de la chimenea de gas siempre debe estar cubierta por algún tipo sencillo de respiradero, por ejemplo, bajo la forma de una cubierta de acero que puede ser trasladada de una capa de desechos a otra.

Figura 36 **Sistema de bajo costo para la recolección de gas producido en un relleno**



Fuente: <http://nuestrahigieneurbana.blogspot.com>. 12/08/2011.

4.3.2.3.2. Tratamiento de lixiviados

El lixiviado generado en un relleno sanitario es producto de múltiples factores, tales como: composición de la basura, edad del relleno, balance de agua, diseño y operación del relleno sanitario, solubilidad de los desechos, procesos de conversión microbiológica y química y la interacción del lixiviado con el medio ambiente. El caudal generado varía, de acuerdo con el estado de avance y el tipo de operación del relleno, y la composición también varía en el tiempo.

En cuanto al tratamiento de los lixiviados, se toman medidas oportunas con respecto a las características del depósito controlado y a las condiciones meteorológicas, como las que se describen a continuación:

- Controlar el agua de las precipitaciones que penetra en el vaso del depósito controlado.
- Impedir que las aguas superficiales o subterráneas penetren en los residuos vertidos.
- Recoger las aguas contaminadas.
- Tratar las aguas contaminadas y los lixiviados recogidos del depósito controlado, de forma que cumplan las normas adecuadas requeridas para su vertido.
- Cuando la naturaleza del desecho o del sitio requiera la recolección de la lixiviación, se debe considerar el problema de tratamiento y control. De ser posible, la lixiviación recolectada debe ser descargada en la alcantarilla más cercana para ser manejada como parte del sistema de tratamiento de aguas servidas del área. Si no hay alcantarillas ubicadas en las cercanías

del relleno, se debe efectuar un tratamiento local por mecanismos biológicos y de sedimentación. Se debe considerar la recirculación de la lixiviación tratada, de vuelta al sistema del relleno.

4.3.2.4. Cobertura final

Las principales medidas para la mitigación de los impactos negativos de la aplicación de la cobertura final (generación de material particulado, ruido, riesgo de accidentes) que se deben adoptar son los siguientes:

- Rociar el área con agua, en caso de que exista demasiada generación de material particulado.
- Verificación constante del adecuado funcionamiento y mantenimiento del equipo pesado.
- Supervisar que el personal utilice el equipo de protección personal para su seguridad (orejeras, cascos, lentes, mascarillas, uniforme, guantes y botas), que ellos conozcan la importancia de su utilización y capacitarlos para desarrollar esta labor.
- Controlar que la cobertura final cumpla lo indicado en el proyecto, es decir, sobre la última capa de residuos deberá colocarse una capa de tierra arcillosa compactada de 60 cm de espesor con un impermeabilizante, esto para evitar que el agua de lluvia se infiltre en el interior del relleno ocasionando una mayor generación de lixiviados. Sobre la capa de arcilla compactada se procederá a la revegetación del área.

4.3.3. Etapa de post-clausura

En esta etapa hay que asegurar el mantenimiento del relleno sanitario en condiciones estables, principalmente en lo que respecta a la conservación y mantenimiento de la cobertura final y al adecuado funcionamiento de los sistemas de drenaje para gases y lixiviados. Al mismo tiempo, es importante el monitoreo del área, en particular en los pozos descritos anteriormente, para detectar y corregir posibles filtraciones. Para esto a continuación se señala las principales medidas de mitigación:

- La constante realización de inspecciones, recomendables cada 15 días, con el fin de detectar posibles deterioros de la cobertura final, proporcionar adecuado mantenimiento y reparación en los casos requeridos.
- Verificar el funcionamiento de los sistemas de manejo de los gases y lixiviados, mediante un programa de monitoreo constante.
- Contar con un equipo contra incendios y prever la acumulación de suficiente material de cobertura (tierra u otro material inerte) para controlar la generación de fuego accidental.
- Utilizar medidas para asegurar la integridad del área utilizada para el relleno sanitario, así como de su intangibilidad, mediante el control y mantenimiento adecuado del cerco perimétrico.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Inversión inicial

Es una propuesta de acción técnico económica para resolver una necesidad, utilizando un conjunto de recursos disponibles, los cuales pueden ser, humanos, materiales y tecnológicos, entre otros, la inversión en este proyecto es el primer desembolso de recursos financieros para adquirir bienes y producir un servicio a la sociedad y medio ambiente, que la empresa utilizará durante varios años, para cumplir su objeto social.

Para determinar la conveniencia al momento de realizar una inversión hay que evaluar, entre otros: rendimiento esperado, considerando distintas variables de rentabilidad; el factor riesgo; la ventana de tiempo para recuperar la inversión o retorno de inversión esperado, así como la generación de utilidades reales.

5.1.1. Costo de terreno

Este debe tener como mínimo una dimensión de 30 000m², con un costo aproximadamente de Q. 75 000,00.

El terreno debe estar ubicado en un lugar adecuado, considerando diversos factores, y desde los puntos de vista económico, social, tecnológico y del mercado, entre otros, en este caso el terreno estará ubicado en el municipio de Ipala, del departamento de Chiquimula, Guatemala.

5.1.2. Costo de construcción de planta

Los costos de una construcción de la planta dependen de la superficie a construir, a continuación se detallan los costos de la misma:

- Levantamiento topográfico, estudio de suelo, diseño y planificación.
Precio de paquete, hace un total de Q. 50 000,00
- Geo membrana de 9 360m²
Q. 22,87por metro cuadrado que hace un total de Q. 214 063,20
- Construcción de instalaciones y galeras de compost
3 000m² precio unitario de Q1 500,00 un total de Q. 4 500 000,00
- Pavimentación
4 821m² de asfalto, precio unitario Q. 275,00 un total de Q. 1 325 775,00
- Construcción de lechos
3 300 metros líneas de madera, precio unitario Q. 25,00, un total de Q. 82 500,00
- Cerco de protección
522 metros lineales de Q.150,00 un total de Q. 78 300,00

5.1.3. Costo de maquinaria y equipo

Debido a la globalización y apertura comercial y tecnológica de los mercados obligan, que al invertir en maquinaria y equipo para una empresa profesional a estar permanentemente actualizado con las técnicas, lineamientos

y metodologías, tanto nacionales como internacionales, que cumplan con los requerimientos de producción de la empresa en estudio.

A continuación se detallan los costos de la maquinaria específica a utilizar:

- Pozo y equipo de bombeo
1m³ unidad un total de Q. 95 540,00
- Báscula
1 unidad de Q. 153 000,00
- Retroexcavadora con cargador frontal
1 unidad de Q. 387 500,00
- Equipo de cómputo
Q. 50 000,00
- Compra de lombriz para el compost
215 000 kilogramos de lombriz a Q. 8,57 un total de
Q. 1 842 550,00

5.1.4. Costo de mobiliario

- *Locker*
Lockers 4 torres de 5 unidades c/u, unidad Q. 300,00 un total de Q.
1 200,00
- Escritorios
2 escritorios, unidad Q. 1 500,00 un total Q. 3 000,00

- Bancas
4 bancas, unidad Q. 400,00, un total de Q. 1 600,00
- Sillas de oficina
6 sillas, unidad Q. 250,00, un total de Q. 1 500,00
- Equipo de oficina varios
General Q 5 000,00

5.1.5. Costo de vehículos

- Camión
2 unidades de Q. 270 307,23, un total de Q. 540 614,46

5.1.6. Costo de banda de rodamiento

- Banda de rodamiento
1 unidades de Q. 50 000,00, un total de Q. 50 000,00

Total costos de inversión inicial Q. 9 431 142,66

5.2. Costo de producción

Estos costos son los que están relacionados directamente con la cantidad de residuos a procesar, para ello se consideran: salarios técnicos, mantenimiento y reparación, insumos, compra de lombriz para compost y los servicios prestados por terceros.

5.2.1. Mano de obra

Toda empresa requiere de muchos recursos y uno de ellos el humano, que es el principal motor para generar algún producto o servicio; éste a su vez se clasifica en directa e indirecta.

5.2.1.1. Mano de obra directa

Es considerada como la fuerza laboral que se encuentra en contacto directo con la recolección, separación de los desechos, y tratamiento de los desechos orgánicos. Ésta ha sido responsable del grueso manejo del trabajo por horas de las fábricas; y el costo más importante de controlar y medir. A continuación se describen en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Costos de la mano de obra directos**

Puesto	Plazas	Salario mes	Salario + prestaciones anuales
Jefe de Producción	1	Q. 8 250,00	Q. 116 788,65
Personal de recolección	6	Q. 3 250,00	Q. 46 007,65
Piloto	2	Q. 3 750,00	Q. 53 085,75
Personal de separación	5	Q. 3 500,00	Q. 49 546,70
Personal de compost	5	Q. 3 500,00	Q. 49 546,70
Operario de retroexcavadora	1	Q. 4 000,00	Q. 56 624,80
Total		Q. 26 250,00	Q. 371 600,25

Fuente: elaboración propia.

5.2.1.2. Mano de obra indirecta

Es la fuerza laboral que no se encuentra en contacto directo con el proceso de la fabricación o producción de la empresa. A continuación se describen en la tabla IX.

Tabla IX. **Costos de la mano de obra indirecta**

Puesto	Plazas	Salario mes	Salario + prestaciones anuales
Jefe de Planta	1	Q. 12 250,00	Q. 173 413,45
Secretaria	1	Q. 4 000,00	Q. 56 624,80
Seguridad	1	Q. 3 750,00	Q. 53 085,75
Mantenimiento y mensajero	1	Q. 3 000,00	Q. 42 468,60
Total		Q. 23 000,00	Q. 325 592,60

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. **Mantenimiento de maquinaria y equipo**

Para el buen funcionamiento del equipo y maquinaria es importante mantener una vigilancia constante y un buen plan de mantenimiento que garantice a los trabajadores la menor posibilidad de fallas en los mismos y así evitar accidentes e incidentes.

Tabla X. **Costos de maquinaria y equipo**

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Proveedores
Bascula	1	Q. 1 500,00	Toolclinic
Retroexcavadora	1	Q. 6 000,00	Gentrack
Banda transportadora	1	Q. 2 000,00	Toolclinic
Equipo de computo	3	Q. 750,00	Toolclinic
Equipo de mobiliario	3	Q. 300,00	Toolclinic
Total de gastos por mantenimiento al año		Q.10 550,00	

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Mantenimiento de planta

Estos costos son considerados por la empresa para mantener en las mejores condiciones las instalaciones dentro de los cuales se describen en la siguiente tabla XI.

Tabla XI. **Costos del mantenimiento de la planta**

Costos de mantenimiento de planta	Cantidad	Precio Unitario/Q	Costo anual	Proveedores
Cubeta de pintura para edificios	3	Q. 250,00	Q. 750,00	La Paleta Chiquimula
Reparación menor de edificio		Q. 500,00	Q. 500,00	Personal de mantenimiento
Reparaciones varias		Q. 500,00	Q. 500,00	Personal de mantenimiento
Reparaciones mínimas en mobiliario		Q. 250,00	Q. 250,00	Personal de mantenimiento
Total		Q. 1 500,00	Q. 2 000,00	

Fuente: elaboración propia.

5.2.4. Mantenimiento de vehículos

En los vehículos se contempla, tanto los servicios como cualquier falla que puedan presentar, como: cambio de llantas, aceites, o reparación mensual por kilometraje y su costo se describe en la tabla XII.

Tabla XII. **Costo de mantenimiento de vehículo**

Costos de mantenimiento de Vehículos	Cantidad	Precio unitario año	año 1 Quetzales
Vehículos	2	Q. 12 000,00	Q. 24 000.00
Total Quetzales por año			Q. 24 000.00

Fuente: elaboración propia.

5.2.5. Costos de servicios

Este costo es importante, ya que es necesario para la ejecución de todo trabajo y desempeño de los trabajadores dentro de los cuales se describen en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Costos por servicios**

Costos de mantenimiento de servicios	Cantidad	Unidades	Año 1	Proveedores
Energía eléctrica	460(1.18)	kW.h	Q.. 6 513,60	DEORSA
Teléfono	1 000(0.36)	por minuto	Q. 4 320,00	Claro
Total Quetzales por año			Q. 10 833,60	

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar, además de los costos descritos anteriormente los de mitigación que se presentan en la siguiente tabla XIV.

Tabla XIV. **Costos de mitigación**

Costos de mitigación	cantidad	Precio unitario Quetzales	Año 1	Descripción
Trasporte de los residuos		Q. 0,00	Q. 0,00	No genera costo adicional, ya que al momento de llegar los desechos sólidos el personal de recolección lo lleva al área indicada
Lonas para evitar dispersión de residuos ligeros	4	Q. 5 000,00	Q. 20 000,00	Colocado por los recolectores y no genera gastos de mano de obra, ya que está incluido dentro de sus atribuciones
Emisión de gases y lixiviados		Q. 0,00	Q. 0,00	No genera costo adicional, ya que está incluido en el costo de construcción de la planta descrito en el 5.1.2
Supervisión de instalaciones		Q. 0,00	Q. 0,00	No genera costo adicional, ya que será atribución del jefe de planta
Total quetzales por año			Q. 20 000,00	

Fuente: elaboración propia.

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. Estimación de ingresos

Los ingresos serán establecidos por aquellos rubros donde la planta de tratamiento de residuos sólidos reciba aportes monetarios por el servicio de recolección que presta al usuario y por los productos de la disposición final de los residuos, es decir, todos los reciclables y el compost.

6.1.1. Tarifa ordinaria

Basados en la investigación de mercado el precio que el público estaría dispuesto a pagar es de Q. 27,40 por mes por el servicio de extracción de residuos sólidos, al sector industria se le estará cobrando un monto de Q. 43,80. El ingreso total por este rubro está en función de la cantidad de hogares y de industrias en el municipio de Ipala, que se estima es de 1 288 viviendas y 530 industrias o comercios para el 2 012.

6.1.2. Cobro por servicios especiales

Este será para casos especiales en los que se brinden servicios prestados por aseo de algún área específica, volúmenes altos de residuos sólidos para comercios, industria y municipalidad; se estima un ingreso mensual de Q. 1 000,00 para cada una de estas áreas. Éste únicamente consistirá en recoger los residuos sólidos del lugar de origen.

6.1.3. Venta de compost(abono)

Según información obtenida de un reportaje que publicó el matutino El Periódico, sobre la finca de Carlos Torrebiarte en San Lucas Tolimán, Sololá, el ingreso percibido por la venta de compost a particulares o instituciones que lo requieren, como abono o como recuperador de suelos, será a un precio de Q. 2 012,00, por tonelada métrica.

6.1.4. Venta de reciclables

Los ingresos generados por la venta de reciclables se basa en la determinación de los precios de venta para los siguientes productos: vidrio quebrado y clasificado por color Q. 500,00 por tonelada métrica; papel revuelto Q 500.00 por tonelada; aluminio Q. 6 500,00 por tonelada; cobre y bronce Q. 6,60 por kilogramo; plástico Q. 1 800,00 por tonelada métrica; estos datos fueron basados por en los precios de mercado de reciclaje (véase tabla XV: Proyección de ingresos de ventas anuales).

6.1.5. Proyección de ingresos

Dicha proyección se calculó con base en un año, tomando en cuenta todos los ingresos que se describen en las tablas XV, XVI y XVII.

Tabla XV. **Proyección de ingresos por recolección**

Año	Cobro anual por R. Hogar	Cobro anual por R. Comercio	Cobro anual por R. Industria	Total por recolección anual
2011	Q. 375 000,00	Q. 223 200,00	Q. 31 200,00	Q. 629 400,00
2012	Q. 422 943,75	Q. 249 292,08	Q. 34 847,28	Q. 707 083,11
2013	Q. 477 017,11	Q. 278 434,32	Q. 38 920,93	Q. 794 372,36
2014	Q. 538 003,75	Q. 310 983,30	Q. 43 470,78	Q. 892 457,83
2015	Q. 606 787,52	Q. 347 337,24	Q. 48 552,52	Q. 1 002 677,29
2016	Q. 684 365,31	Q. 387 940,97	Q. 54 228,31	Q. 1 126 534,58
2017	Q. 771 861,41	Q. 433 291,27	Q. 60 567,60	Q. 1 265 720,28
2018	Q. 870 543,90	Q. 483 943,02	Q. 67 647,95	Q. 1 422 134,86
2019	Q. 981 842,93	Q. 540 515,95	Q. 75 555,99	Q. 1 597 914,88
2020	Q. 1 107 371,55	Q. 603 702,27	Q. 84 388,49	Q. 1 795 462,31
2021	Q. 1 248 949,01	Q. 674 275,07	Q. 94 253,50	Q. 2 017 477,57
2022	Q. 1 408 627,14	Q. 753 097,82	Q. 105 271,74	Q. 2 266 996,69
2023	Q. 1 588 720,12	Q. 841 134,96	Q. 117 578,00	Q. 2 547 433,08
2024	Q. 1 791 837,98	Q. 939 463,63	Q. 131 322,87	Q. 2 862 624,49
2025	Q. 2 020 924,47	Q. 1 049 286,93	Q. 146 674,52	Q. 3 216 885,92
2026	Q. 2 279 299,66	Q. 1 171 948,57	Q. 163 820,77	Q. 3 615 069,00
2027	Q. 2 570 708,12	Q. 1 308 949,36	Q. 182 971,42	Q. 4 062 628,90
2028	Q. 2 899 373,16	Q. 1 461 965,54	Q. 204 360,77	Q. 4 565 699,47
2029	Q. 3 270 058,01	Q. 1 632 869,31	Q. 228 250,55	Q. 5 131 177,88
2030	Q. 3 688 134,93	Q. 1 823 751,74	Q. 254 933,04	Q. 5 766 819,70
2031	Q. 4 159 662,98	Q. 2 036 948,31	Q. 284 734,71	Q. 6 481 346,01

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Proyección de ingresos de ventas anuales**

Venta anual de compost	Venta anual de lombrices	Venta anual de plásticos	Venta anual de papel y cartón	Venta anual de vidrio	Venta anual de aluminio	Ventas anuales
Q.1 545 216,00	Q.29 380 659,20	Q.460 800,00	Q.96 000,00	Q.51 000,00	Q.247 000,00	Q.31 780 675,20
Q.1 606 044,44	Q.30 535 906,72	Q.478 955,52	Q.99 782,40	Q.53 009,40	Q.256 805,90	Q.33 030 504,38
Q.1 669 267,44	Q.31 736 578,57	Q.497 826,37	Q.103 713,83	Q.55 097,97	Q.267 001,09	Q.34 329 485,27
Q.1 734 979,27	Q.32 984 460,84	Q.517 440,73	Q.107 800,15	Q.57 268,83	Q.277 601,04	Q.35 679 550,85
Q.1 803 277,89	Q.34 281 409,84	Q.537 827,89	Q.112 047,48	Q.59 525,22	Q.288 621,80	Q.37 082 710,12
Q.1 874 265,14	Q.35 629 354,88	Q.559 018,31	Q.116 462,15	Q.61 870,52	Q.300 080,08	Q.38 541 051,08
Q.1 948 046,86	Q.37 030 301,11	Q.581 043,63	Q.121 050,76	Q.64 308,21	Q.311 993,26	Q.40 056 743,84
Q.2 024 733,06	Q.38 486 332,55	Q.603 936,75	Q.125 820,16	Q.66 841,96	Q.324 379,40	Q.41 632 043,87
Q.2 104 438,08	Q.39 999 615,15	Q.627 731,86	Q.130 777,47	Q.69 475,53	Q.337 257,26	Q.43 269 295,34
Q.2 187 280,74	Q.41 572 400,01	Q.652 464,49	Q.135 930,10	Q.72 212,87	Q.350 646,37	Q.44 970 934,59
Q.2 273 384,58	Q.43 207 026,78	Q.678 171,59	Q.141 285,75	Q.75 058,05	Q.364 567,03	Q.46 739 493,79
Q.2 362 877,96	Q.44 905 927,08	Q.704 891,56	Q.146 852,41	Q.78 015,34	Q.379 040,34	Q.48 577 604,68
Q.2 455 894,33	Q.46 671 628,13	Q.732 664,28	Q.152 638,39	Q.81 089,15	Q.394 088,25	Q.50 488 002,52
Q.2 552 572,36	Q.48 506 756,55	Q.761 531,26	Q.158 652,34	Q.84 284,06	Q.409 733,55	Q.52 473 530,11
Q.2 653 056,20	Q.50 414 042,21	Q.791 535,59	Q.164 903,25	Q.87 604,85	Q.425 999,97	Q.54 537 142,07
Q.2 757 495,68	Q.52 396 322,35	Q.822 722,09	Q.171 400,44	Q.91 056,48	Q.442 912,17	Q.56 681 909,21
Q.2 866 046,50	Q.54 456 545,75	Q.855 137,34	Q.178 153,61	Q.94 644,11	Q.460 495,78	Q.58 911 023,09
Q.2 978 870,52	Q.56 597 777,13	Q.888 829,75	Q.185 172,86	Q.98 373,08	Q.478 777,46	Q.61 227 800,82
Q.3 096 135,96	Q.58 823 201,72	Q.923 849,64	Q.192 468,68	Q.102 248,98	Q.497 784,93	Q.63 635 689,91
Q.3 218 017,65	Q.61 136 130,01	Q.960 249,32	Q.200 051,94	Q.106 277,59	Q.517 546,99	Q.66 138 273,51
Q.3 344 697,32	Q.63 540 002,65	Q.998 083,14	Q.207 933,99	Q.110 464,93	Q.538 093,61	Q.68 739 275,63
Precios unitarios por tonelada métrica						
Precios del mercado guatemalteco en el año 2011					Compost	Q.2 012,00
					Lombrices	Q.8 560,00
					Plásticos	Q.1 800,00
					Papel y cartón	Q. 500,00
					Vidrio	Q. 500,00
					Aluminio	Q.6 500,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Proyección de ingresos anuales**

Año	Total por recolección anual	Total de ingresos por ventas	Total de ingresos por año
2011	Q. 629 400,00	Q.31 780 675,20	Q. 32 410 075,20
2012	Q. 707 083,11	Q.33 030 504,38	Q. 33 737 587,49
2013	Q. 794 372,36	Q.34 329 485,27	Q. 35 123 857,63
2014	Q. 892 457,83	Q.35 679 550,85	Q. 36 572 008,68
2015	Q. 1 002 677,29	Q.37 082 710,12	Q. 38 085 387,41
2016	Q. 1 126 534,58	Q.38 541 051,08	Q. 39 667 585,66
2017	Q. 1 265 720,28	Q.40 056 743,84	Q. 41 322 464,12
2018	Q. 1 422 134,86	Q.41 632 043,87	Q. 43 054 178,73
2019	Q. 1 597 914,88	Q.43 269 295,34	Q. 44 867 210,22
2020	Q. 1 795 462,31	Q.44 970 934,59	Q. 46 766 396,90
2021	Q. 2 017 477,57	Q.46 739 493,79	Q. 48 756 971,36
2022	Q. 2 266 996,69	Q.48 577 604,68	Q. 50 844 601,38
2023	Q. 2 547 433,08	Q.50 488 002,52	Q. 53 035 435,60
2024	Q. 2 862 624,49	Q.52 473 530,11	Q. 55 336 154,60
2025	Q. 3 216 885,92	Q.54 537 142,07	Q. 57 754 027,99
2026	Q. 3 615 069,00	Q.56 681 909,21	Q. 60 296 978,21
2027	Q. 4 062 628,90	Q.58 911 023,09	Q. 62 973 651,99
2028	Q. 4 565 699,47	Q.61 227 800,82	Q. 65 793 500,29
2029	Q. 5 131 177,88	Q.63 635 689,91	Q. 68 766 867,79
2030	Q. 5 766 819,70	Q.66 138 273,51	Q. 71 905 093,21
2031	Q. 6 481 346,01	Q.68 739 275,63	Q. 75 220 621,64

Nota: se estima un rubro por inflación correspondiente al 9.5% según dato brindado por el Banguat. En el ingreso total esta incrementado el servicio especial que es de Q 12 000,00 anual.

Fuente: elaboración propia.

6.1.6. Ingresos y beneficios

Los ingresos se pueden observar y cuantificar en forma monetaria al ver cuánto desecho sólido ingresa a la planta para que sufra una modificación o transformación y luego se pueda vender, como es el caso del material reciclable y el compost; y que esta venta se convierta en ingresos monetarios.

A diferencia del ingreso monetario, se puede observar el número de beneficiarios que en el municipio de Ipala sería de 8 975 personas quienes contarían con un servicio diferente de recolección de los desechos sólidos, generación de nuevos empleos, reducción de botaderos clandestinos, reducción de enfermedades, y sobre todo, contribuir con el medio ambiente.

6.2. Indicadores de rentabilidad

A continuación se analizan y describen los indicadores de rentabilidad que se aplican al estudio del proyecto.

6.2.1. Flujo de caja

El flujo de caja o flujo de efectivo es un estado financiero básico que consiste en presentar la información pertinente sobre los cobros y pagos de efectivo de una empresa durante un periodo, en el medio está normado por el pronunciamiento No. 24 el Instituto Guatemalteco de Contadores Públicos y Auditores (IGCPA), y por la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) No. 07. La información que se presenta en el flujo de efectivo se caracteriza por evaluar la habilidad de la empresa para generar futuros flujos de efectivo.

Determinación de la Trema

Es la tasa de rendimiento mínimo aceptable. La inflación se puede eliminar de la evaluación económica si se dan resultados numéricos similares, por lo tanto, la que realmente importa es la determinación de premio o prima de riesgo.

Cuando la inversión se efectúa en una empresa, la determinación se simplifica, pues la trema para evaluar cualquier tipo de inversión dentro de la empresa, será la misma y además, ya debe estar dada por la dirección general o por los propietarios de la empresa, en este caso es del 25%.

Su valor siempre estará basado en el riesgo que corra la empresa en forma cotidiana en sus actividades productivas y mercantiles.

Es importante tomar en cuenta que la prima de riesgo es el valor en que el inversionista desea que crezca su inversión por encima de la inflación, es decir, la prima de riesgo indica el crecimiento real de patrimonio de la empresa.

Tabla XVIII. **Trema**

Fuente de financiamiento	% de aporte	% esperado	Tasa ponderada
Interna (propia o de la empresa)	100,00%	25,00%	25,00%
Externa (inversionistas)	0,00%	30,00%	0,00%
del aporte del capital	100,00%	TREMA	25,00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Flujo de efectivo

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos (Tabla XVI)	Q.0.00	Q.33 749 887,49	Q.35 135 957,63	Q.36 584 008,68	Q.38 097 387,41	Q.39 679 585,66	Q.41 334 464,12	Q.43 066 178,73	Q.44 879 210,22	Q.46 778 336,90
(-) Inversión (pag 84)	Q.9 431 42,66	Q.47 65,71	Q.51 63,51	Q.56 540,88	Q.61 912,26	Q.67 793,93	Q.74 234,35	Q.81 286,61	Q.89 008,84	Q.97 464,66
(-) Costos de Producción (Tabla VIII)	Q.371 600,25	Q.406 902,27	Q.445 557,99	Q.487 886,00	Q.534 235,17	Q.594 987,51	Q.640 561,32	Q.701 414,65	Q.769 049,04	Q.841 015,70
(-) Costos de Administración (Tabla VIII)	Q.325 592,80	Q.356 523,90	Q.390 393,67	Q.427 481,07	Q.469 091,77	Q.512 560,48	Q.561 253,73	Q.614 572,84	Q.672 967,25	Q.736 888,19
(-) costos de Operación (Tabla IX, TablaX, TablaXI, Tabla XII, TablaXIII)	Q.67 383,00	Q.73 794,39	Q.80 793,90	Q.89 469,32	Q.96 873,91	Q.106 076,93	Q.116 154,24	Q.127 888,89	Q.139 271,93	Q.152 502,66
Unidades antes de Intereses e Impuestos	-Q.10 195 718,51	Q.22 965 221,22	Q.24 167 476,57	Q.25 523 631,41	Q.26 936 274,30	Q.28 408 166,81	Q.29 942 260,48	Q.41 541 716,75	Q.43 209 923,25	Q.44 960 527,67
(-) Impuestos	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00
Flujo de efectivo	-Q.10 195 718,51	Q.22 965 221,22	Q.24 167 476,57	Q.25 523 631,41	Q.26 936 274,30	Q.28 408 166,81	Q.29 942 260,48	Q.41 541 716,75	Q.43 209 923,25	Q.44 960 527,67
Datos para calculo de VAN 5.5%	-Q.10 195 718,51	Q.31 151 686,46	Q.29 097 489,92	Q.30 292 409,91	Q.29 815 079,05	Q.29 387 407,89	Q.28 967 957,97	Q.28 557 304,49	Q.28 155 537,19	Q.27 762 761,20

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos (Tabla XVI)	Q.50 886 601,38	Q.53 047 435,60	Q.55 348 154,60	Q.57 766 027,99	Q.60 308 978,21	Q.62 965 651,99	Q.65 805 500,29	Q.68 778 867,79	Q.71 817 093,21	Q.75 232 821,64
(-) Inversión (pag 84)	Q.106 723,83	Q.116 862,59	Q.127 964,54	Q.140 121,17	Q.153 432,68	Q.168 008,78	Q.183 963,62	Q.201 446,73	Q.220 954,17	Q.241 639,67
(-) Costos de Producción (Tabla VIII)	Q.2 016 782,90	Q.2 209 388,23	Q.2 418 185,11	Q.2 647 912,69	Q.2 899 464,40	Q.3 174 913,82	Q.3 476 530,30	Q.3 806 800,88	Q.4 168 446,75	Q.4 564 449,19
(-) Costos de Administración (Tabla VIII)	Q.1 787 094,73	Q.1 934 966,73	Q.2 118 790,76	Q.2 320 075,88	Q.2 540 483,09	Q.2 791 828,99	Q.3 046 102,74	Q.3 325 482,90	Q.3 652 353,34	Q.3 999 326,91
(-) costos de Operación (Tabla IX, TablaX, TablaXI, Tabla XII, TablaXIII)	Q.395 709,00	Q.400 451,38	Q.438 494,23	Q.480 151,9	Q.525 765,55	Q.575 713,28	Q.630 406,04	Q.690 294,61	Q.758 872,60	Q.827 680,50
Unidades antes de Intereses e Impuestos	Q.46 600 280,92	Q.48 386 784,69	Q.50 244 719,96	Q.52 177 767,05	Q.54 189 932,49	Q.56 285 187,43	Q.58 468 491,59	Q.60 744 843,26	Q.63 119 538,36	Q.65 599 625,38
(-) Impuestos	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00	Q.0.00
Flujo de efectivo	Q.46 600 280,92	Q.48 386 784,69	Q.50 244 719,96	Q.52 177 767,05	Q.54 189 932,49	Q.56 285 187,43	Q.58 468 491,59	Q.60 744 843,26	Q.63 119 538,36	Q.65 599 625,38
Datos para calculo de VAN 5.5%	Q.25 888 995,27	Q.25 450 543,96	Q.25 050 041,79	Q.24 657 614,28	Q.24 273 416,84	Q.23 897 626,13	Q.23 530 441,50	Q.23 172 086,57	Q.22 822 810,87	Q.22 482 819,50

TRR	326,31%
VAN AL 5.5%	Q.20 956 149,95

Fuente: elaboración propia.

6.2.2. Valor actual neto

El método VAN plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre los ingresos y egresos expresados en moneda actual.

La fórmula que permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

V_t = flujos de caja en cada periodo t.

I_0 = valor del desembolso inicial de la inversión.

n = número de períodos considerado.

k = el tipo de interés

La tasa de interés sin riesgo utilizada para este proyecto es de $K= 5.5\%$ anual, equivalente a la tasa de interés de colocación de depósitos a plazo aplicada por el Banco de Guatemala en sus operaciones de estabilización monetaria. Por lo tanto:

V_t = flujos de caja en cada periodo t.

I_0 = Q. 10 195 718,51

n = 20

k = 5.5%

➤ VAN= Q.20 956 149,95

6.2.3. Relación beneficio costo

La relación costo beneficio toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto. Cuando se menciona los ingresos netos, se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados.

Al mencionar los egresos presente neto se toman aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante los diferentes periodos, horizonte del proyecto. Como se puede apreciar el estado de flujo neto de efectivo es la herramienta que suministra los datos necesarios para el cálculo de este indicador. La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad. La fórmula que se utiliza es:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

B/C = Relación Beneficio / Costo

Vi = Valor de la producción (beneficio bruto)

Ci = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento

$$B/C = Q.3\ 061\ 549\ 372,00 / Q.296\ 911\ 999,32$$

$$\mathbf{B/C = 10,31}$$

Esto significa que por cada quetzal que se invierte se obtiene una ganancia de Q 9,31.

6.3. Análisis de sensibilidad

El término financiero análisis de sensibilidad es muy utilizado en el mundo de la empresa a la hora de tomar decisiones de inversión, que consiste en calcular los nuevos flujos de caja y el VAN, al cambiar una variable; la inversión inicial, la duración, los ingresos, la tasa de crecimiento de los ingresos, entre otros. De este modo teniendo los nuevos flujos de caja y el nuevo VAN se calculan o mejoran las estimaciones sobre el proyecto.

$$(VAN_n - VAN_e) / VAN_e = VAN$$

VAN_e = VAN que resulta al aplicar el análisis

VAN_n = VAN que se obtuvo al aplicar los cambios

VAN_e = VAN que se tenía originalmente

Si se reducen los ingresos en un 30% nuestro van al 5.5% es igual a:

$$VAN = Q.9\ 925\ 118,47$$

Por lo tanto al aplicar el análisis se obtiene:

$$VAN = (Q.9\ 925\ 118,47 - Q.18\ 901\ 771,41) / Q.18\ 901\ 771,41$$

$$VAN = -0,46$$

Lo que significa que tendremos un descenso del 46% en nuestras ganancias que calculamos primeramente, más no significa que tengamos pérdidas pero sí que nuestras ganancias serán menores.

CONCLUSIONES

1. En el estudio de factibilidad para el manejo de desechos sólidos en la cabecera municipal de Ipala, departamento de Chiquimula, se realizaron los seis estudios; un estudio de mercado, que dio pautas importantes sobre la oferta y la demanda, un estudio técnico de ingeniería, un estudio administrativo legal, el estudio de impacto ambiental, un estudio económico y un estudio financiero, con el fin de llegar a la opción más económicamente factible.
2. Debido a que la oferta no satisface al total de la demanda, existe la oportunidad de iniciar un proyecto que trabaje en conjunto con la Municipalidad del municipio de Ipala, para beneficio mutuo y con impactos positivos al ambiente.
3. La planta de tratamiento de residuos sólidos está diseñada para ubicar adentro un espacio de depósito de materiales inorgánicos no reciclables, dentro de una celda de control o relleno sanitario con una capacidad de 20,515 metros cúbicos. También se encontrará el área de producción donde se separarán los materiales inorgánicos para reciclaje y por donde se producirá abono a través de la descomposición de la materia orgánica con la ayuda de lombrices de tierra. La planta tendrá una capacidad de procesar 23,87 toneladas métricas de RSU al día. Los residuos sólidos urbanos en Ipala no tienen un destino apropiado, de continuar esta situación dentro de 20 años la población de Ipala contará con 3 045 residencias que acumularán 40 636,67 toneladas de residuos sólidos urbanos, para ese entonces, ese volumen es capaz de llenar la superficie de un campo de fútbol de 90 x 45 metros, y 10 metros de altura.

4. Se verifico la factibilidad económica para el manejo de desechos solidos por medio del estudio económico y el estudio financiero, donde determinaron que el proyecto tendrá un conto inicial de Q. 10 195 718,51; el valor presente neto es de Q.
5. Q.53 047 435,60

RECOMENDACIONES

1. Para cumplir con los objetivos formulados en este trabajo es necesario que la Municipalidad y la población de Ipala, reciban orientación previa al inicio de cualquier cambio, con el fin de lograr la comunicación y colaboración mutua con quienes ejecuten el proyecto.
2. Cuando las instalaciones de la planta estén construidas, la Municipalidad debe cambiar la ruta actual para el destino final de los residuos sólidos, transportados por los servicios privados y exigir que sea éste el único destino y así evitar los botaderos clandestinos.
3. La empresa contratista que elabore los planos de diseño y ejecute la obra, debe considerar los parámetros establecidos por la Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, así como las recomendaciones de diseño propuestas en este trabajo; además hacer de su conocimiento la situación que tiene Ipala como área protegida.
4. Orientarse el mayor esfuerzo de ventas a los productos orgánicos (compost y lombrices). El Departamento de Comunicación debe desempeñar una figura importante dentro de este plan de trabajo, para informar a la población y vender el producto.
5. La población y sus autoridades municipales deben formular propuestas para mejorar el ambiente y la calidad de vida de sus habitantes.

6. Para quienes realicen este proyecto, orientarlo principalmente, hacia la prestación de un servicio social y no únicamente lucrar con su operación.

BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, G. *Evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, 1990. 235 p.
2. BORSTCHFF B, Jorge. *Algunas consideraciones sobre criterios en la preparación y evaluación proyectos industriales en países en vías de desarrollo*. Guatemala: USAC 1973. 135p.
3. GALLARDO CERVANTES, Juan. *Formulación y evaluación de proyectos de inversión, un enfoque del sistema*. México: McGraw-Hill, 1998. 135 p.
4. GUERRERO ESPÍNOLA, Alba Maritza. *Formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: 2005. 109 p.
5. MIRANDA MIRANDA, Juan José. *Gestión de proyectos: evaluación financiera económica social ambiental*. Colombia: MM editores 2005. 208 p.
6. MUNIER, Nolberto. *Preparación técnica evaluación económica y presentación de proyectos*. Buenos Aires: Astrea, 1979. 146 p.
7. SAMUELS MILSON, Sydney Alexander. *Formulación y evaluación de proyectos de Infraestructura*. Guatemala: 1999. 98p.
8. SAPAG CHAIN, Nassir. *Preparación y evaluación de proyectos*. Bogotá: McGraw-Hill. 2000. 175 p.

9. TCHOBANOGLIOUS, George. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*.
Vol.1 España: McGraw-Hill, 1994. 607p.

10. _____. George. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*.
Vol.2 España: McGraw-Hill, 1994. 609-1107p.

APÉNDICE

Apéndice 1

Instrumento de medición (Encuesta) 1

Dirigido a los hogares ipaltecos para el proyecto de tesis “Estudio de Factibilidad para el manejo de desechos sólidos en la cabecera municipal de Ipala, Departamento de Chiquimula”

Objetivo: analizar el comportamiento de la demanda para el servicio de extracción de Residuos Sólidos Urbanos.

1. Para usted, el servicio de recolección de residuos sólidos es:
Bueno _____ Malo _____ Regular _____ No tengo _____

2. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por un servicio de extracción de Residuos Sólidos?
Q. 15,00 _____ Q. 20,00 _____ Q. 25,00 _____
Q. 30,00 _____ Q. 35,00 _____ Q. 40,00 _____ Otro _____

3. ¿Dónde piensa que existe mayor contaminación por residuos sólidos?
a. Mercado _____ d. Comercios _____ b. Parque _____ e. Escuelas _____
c. Calle y avenidas secundarias _____ f. Otros _____

4. ¿Con qué frecuencia recogen los RSU en su casa?
1 vez por semana _____ 2 veces por semana _____ 3 veces por semana _____
Cada 15 días _____ 1 vez al mes _____

5. ¿Usaría bolsas de distintos colores para separar los desechos de su casa?
Sí_____ No_____ Tal vez_____
6. ¿Cuál cree que sería la mejor forma de divulgar un programa de control de desechos en Ipala?
Radio_____ Medios escritos_____ Televisión_____
Eventos sociales_____ Otros_____
7. ¿Cree que el problema de desechos debe resolverlo la municipalidad o los habitantes de Ipala?
Municipalidad_____ Todos_____ Otros_____
8. ¿Conoce dónde está el lugar en el cual se desechan los residuos sólidos en Ipala?
Sí_____ No_____
9. ¿Cree que este lugar está en buenas ubicaciones?
Sí_____ No_____
- ¿Por qué?

10. ¿Estaría dispuesto a realizar la clasificación de la basura en orgánico, plástico y papel en su hogar, si le brindaran las herramientas necesarias?
Sí_____ No_____

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1.

GUÍA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACION DE UN ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CATEG.	No.	Tema	Explicación
A, B1	1.	INDICE	Presentar contenido o índice completo indicando capítulos, cuadros, figuras, mapas, anexos, acrónimos y otros; señalando números de página
A, B1	2.	RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Resumen ejecutivo que incluya: introducción (objetivos, localización, entidad propietaria, justificación); descripción del Proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, etc.); características ambientales del área de influencia; impactos del proyecto, obra o actividad, al ambiente; y viceversa; acciones correctivas o de mitigación así como un resumen del plan de Gestión Ambiental del mismo y resumen de compromisos ambientales.
A, B1	3.	INTRODUCCIÓN	Introducción al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por el profesional responsable del mismo. Sus partes principales incluyendo a) descripción del proyecto b) alcances, c) objetivos, d) metodología, e) duración en la elaboración del Estudio, localización y justificación.
A, B1	4.	INFORMACIÓN GENERAL	Requisitos de presentación incluidos en la hoja de requisitos
	4.1	Documentación legal	Incluir documentos legales de acuerdo a hoja de requisitos
	4.2.	Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA	Incluir listado de profesionales participantes en la elaboración del Estudio de EIA, e indicar la especialidad de cada uno, No. de colegiado activo, No. de Registro ante el MARN , así como la respectiva Declaración Jurada, sobre el tema en el que se participó.
A, B1	5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
A, B1	5.1.	Síntesis general del proyecto	Incluye una breve descripción del proyecto
A, B1	5.2.	Ubicación geográfica y Área de Influencia del Proyecto	Presentar plano de localización doble oficio y plano de ubicación del terreno donde se desarrollará el proyecto, identificando sus colindancias de manera de que se pueda acceder al proyecto cuando se realice la inspección. Incluir una parte de la hoja cartográfica del área de influencia directa (AID) del mismo, con sus respectivas coordenadas UTM.
A, B1	5.3.	Ubicación político-administrativa	Presentar la ubicación político administrativa, indicando Ciudad, Departamento, Municipio, Aldea, Caserío, e indicar las vías mas convenientes para llegar al proyecto
A	5.4	Justificación técnica del Proyecto. Obra, industria o actividad y sus alternativas	Derivación y descripción de la alternativa preferida y de otras alternativas que fueron contempladas como parte del proyecto, obra, industria o actividad o componentes del mismo. La alternativa debe plantearse a nivel de solución (estratégica) de Proyecto (sitio) o de actividad (implementación). A nivel de proyecto debe realizarse en función de a) descripción del asunto o problema que será tratado, b) el análisis de las causas de ese problema, c) forma que el proyecto solucionará o reducirá el problema y d) los resultados de esos pasos, es decir, los objetivos específicos del mismo.
A, B1	5.5	(Área estimada del proyecto	Definir físicamente el área del proyecto, obra, industria o actividad (AP) , especificando en m2 o Km2
A, B1	5.6.	Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del Proyecto y tiempos de ejecución	Listar las principales actividades que se llevarán a cabo en la construcción, operación y abandono del proyecto, obra, industria o actividad. Indicar el tiempo de ejecución de las mismas
A	5.6.1	Flujograma de actividades	Elaborar un flujograma con todas las actividades a realizar en cada una de las fases de desarrollo del proyecto
A, B1	5.6.2.	Fase de construcción	
A, B1	5.6.2.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.2.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción , en las actividades mencionadas anteriormente
A	5.6.2.3	Movilización de transporte y frecuencia de movilización.	Rutas de movilización de la maquinaria y el equipo a utilizar, así como las características de las vías por las que serán movilizadas, incluyendo un mapa con las rutas cuando sea necesario y las frecuencias de movilización.
A, B1	5.6.3	Fase de operación	Incluye un listado del equipo y maquinaria que se utilizará durante la operación en las actividades mencionadas en el numeral 4.4.1
A, B1	5.6.3.1.	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.3.2	Equipo y maquinaria	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción , en las actividades

Continuación anexo 1.

		utilizada	mencionadas anteriormente
A	5.6.3.3	Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperado	Indicar las rutas a utilizar y frecuencia de movilización de vehículos generadas por la operación del Proyecto. Indicar si las rutas de emergencia pueden ser afectadas.
	5.7	Servicios básicos	
A, B1	5.7.1.	Abastecimiento de Agua	Definir la forma de abastecimiento de agua (cantidad de agua a utilizar (m ³ /día o m ³ /mes), como caudal promedio, máximo diario y máximo hora, la fuente de abastecimiento y el uso que se le dará (industrial, riego, potable, otros usuarios etc.)
A, B1	5.7.2	Drenaje de aguas servidas y pluviales	Indicar el tipo de drenaje de aguas servidas y pluviales (metros lineales, volumen u otros) y las conexiones necesarias, así como la disposición final de las aguas residuales y pluviales. Explicar brevemente cómo se solucionará el tema del tratamiento de las aguas residuales. Incluir la descripción del o los sistemas de tratamiento, así como los planos necesarios firmados por profesional competente.
A, B1	5.7.3.	Energía eléctrica	Definir la cantidad a utilizar (KW/hora o día o mes), fuente de abastecimiento y uso que se le dará.
A, B1	5.7.4.	Vías de acceso	Detallar las vías de acceso al proyecto, obra, industria o actividad, y el estado actual de las mismas.
A	5.7.5.	Transporte público	Identificar las necesidades de transporte público a ser generadas por el proyecto, obra, industria o actividad y describir las rutas de transporte existentes.
A, B1	5.7.6.	Otros	Mencione otros servicios necesarios para el proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.7.7.	Mano de obra	
A, B1	5.7.7.1.	Durante construcción	Presentar un estimado de la generación de empleo directo por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.7.2.	Durante la operación	Presentar un estimado de la generación de empleo directa por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.8.	Campamentos	Si el tipo de proyecto amerita contar con un campamento temporal, detallar aspectos sobre el mismo tales como: área a ocupar, número de personas, servicios a instalar, localización y otros.
A, B1	5.8.	Materia prima y materiales a utilizar	
A, B1	5.8.1.	Etapas de construcción y operación	Presentar un listado completo de la materia prima y materiales de construcción a utilizar, indicando cantidades por día, mes, así como la forma de almacenamiento.
A, B1	5.8.2.	Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas	Incluir un inventario de sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, indicando grado de peligrosidad, elementos activos, sitio y forma de almacenarlo, aspectos de seguridad en el transporte y manejo y otra información relevante, según el proyecto.
A, B1	5.9.	Manejo y Disposición Final de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos,)	
A, B1	5.9.1.	Fase de construcción	
A, B1	5.9.1.1.	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.
A, B1	5.9.1.2.	Desechos tóxicos peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.9.2.	Fase de operación	
	5.9.2.1	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.
A, B1	5.9.2.2.	Desechos tóxicos y peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.10.	Concordancia con el plan de uso del suelo	El proyecto, obra, industria o actividad propuesto, se debe plantear conforme a la planificación de uso de suelo ya existente para el área de desarrollo, indicando si dicha planificación es local (Municipio), regional (grupo de municipios o cuenca hidrográfica) o nacional. Indicar si existiese plan de desarrollo para el área.
A, B1	6.	DESCRIPCIÓN DEL "MARCO LEGAL (JURÍDICO)	Describir la normativa legal (regional, nacional y municipal) que fue considerada en el desarrollo del Proyecto o que aplica según la actividad de que se trate y necesaria para el aprovechamiento de los recursos naturales.
A, B1	7.	MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN	Exponer el monto de las erogaciones por compra de terrenos, construcción de instalaciones, caminos de acceso, obras de electrificación, agua potable y con fines industriales, compra de maquinaria y equipo, personal calificado y no calificado. Se debe indicar la vida útil del proyecto.
A, B1	8.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO	
A, B1	8.1.	Geología	
A	8.1.1.	Aspectos geológicos	Describir aspectos de interés para la ubicación regional, (caracterización general del

Continuación anexo 1.

		regionales	Proyecto, incluyendo mapas geológicos.) Presentar los mapas geológicos: a) contexto geotectónico; b) contexto estratigráfico y estructural regional, (los mapas incluidos deben presentarse a escala 1:10 000).
A, B1	8.1.2.	Aspectos geológicos locales	Describir las unidades geológicas, incluyendo las rocas como las de formaciones superficiales. Incluir descripción técnica básica y atributos geológicos fundamentales, así como niveles de alteración y sistemas de fracturas.
A, B1	8.1.3.	Análisis estructural y evaluación	Presentar un análisis de la estructura geológica de las unidades locales y una evaluación geotectónica básica del área del proyecto (geometría de las unidades, contactos, buzamientos, fallas, lineamientos, pliegues y otras). Presentar en un mapa a escala 1:10 000.
A,	8.1.4.	Caracterización geotécnica	Presentar una caracterización geotécnica de los suelos y formaciones superficiales, en función de la susceptibilidad a los procesos erosivos, características de estabilidad, capacidad soportante y permeabilidad.
A, B1	8.1.5.	Mapa geológico del Área del Proyecto (AP) y Área de Influencia Directa (AID)	Presentar un mapa del área, con indicación de los factores indicados (AP Y AID). Acompañar con perfiles y cortes geológicos explicativos, así como columnas estratigráficas que refuercen y clarifiquen el modelo geológico deducido para el terreno en estudio; asimismo, indicar los recursos del medio físico geológico que estén siendo utilizados en la zona (captación de manantiales, pozos, tajos, canteras y otros).
A, B1	8.2.	Geomorfología	
A, B1	8.2.1.	Descripción geomorfológico	Describir el relieve y su dinámica, para poder entender los procesos de erosión, sedimentación y de estabilidad de pendientes. Indicar si existen paisajes relevantes de alta sensibilidad a los impactos.
A, B1	8.3	Suelos	Caracterización de los suelos con vistas a la recuperación y/o rehabilitación de las áreas degradadas, que permitan evaluar el potencial de pérdida de suelos fértiles.
A, B1	8.4.	Clima	Descripción regional y local de las características climáticas (viento, temperatura, humedad relativa, nubosidad, pluviometría, etc.).
A, B1	8.5.	Hidrología	Presentar un estudio hidrológico regional o local, según el proyecto, ligado con el área de influencia directa del mismo (la información se presentará en un mapa hidrológico).
A, B1	8.5.1.	Aguas superficiales y subterránea	Presentar un mapa, ubicando los cuerpos de agua aledaños que puedan ser potencialmente afectados por el Proyecto (toma de agua, efluentes, modificación de cauce o ribera, etc.). e identificación y caracterización de mantos acuíferos aledaños al proyecto(AP), indicando la profundidad del manto freático y las condiciones en que se realizará
A, B1	8.5.2	Calidad del agua	Presentar una caracterización bacteriológica y físico-química de las aguas superficiales y subterráneas, que podrían ser directamente afectadas por el Proyecto, considerando los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la implementación del proyecto, obra, industria o actividad, tales como: <i>temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales, en suspensión y disueltos, DQO, DBO, oxígeno disuelto, aceites y grasas, metales pesados, nitrógeno, sulfatos, cloro, flúor, coliformes totales, entre otros.</i>
A	8.5.3	Caudales (máximos, mínimos y promedio)	Presentar datos de los caudales de los cuerpos de agua, que puedan ser modificados por las actividades del proyecto.
A	8.5.4.	Cotas de inundación	Presentar la frecuencia histórica de inundaciones en el sitio del Proyecto, con base en experiencia local e informes de las Autoridades correspondientes. En el caso que hubiere zonas inundables, se presentan dichas áreas de una manera gráfica.
A	8.5.5	Corrientes, mareas y oleaje	Quando el proyecto se encuentra localizado en la zona costera, se deben presentar datos sobre la dinámica hídrica de dicha zona, incluyendo eventos máximos. La información debe ser presentada en forma gráfica y mapas.
A, B1	8.5.6.	Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas	Analizar la susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto.
A, B1	8.6	Calidad del aire	Presentar una caracterización general de la calidad del aire. En el caso de áreas urbanas considerar los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	8.6.1	Ruido y vibraciones	Presentar una caracterización del nivel de ruidos y vibraciones en el área de estudio, respecto a áreas urbanas.
A, B1	8.6.2	Olores	Caracterización de los olores en el área de estudio, relacionados con características de viento y otros factores,
A, B1	8.6.3	Fuentes de radiación	Identificar las fuentes de radiación existentes y permisos para operación.
A, B1	8.7	Amenazas naturales	
A, B1	8.7.1	Amenaza sísmica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico.
A, B1	8.7.2.	Amenaza volcánica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función

Continuación anexo 1.

			del mapa geológico. Esta información deberá ser aportada por todos aquellos proyectos que se ubiquen dentro del radio de 30 Km. de distancia de un centro activo de emisión volcánica.
A, B1	8.7.3.	Movimientos en masa	Señalar las probabilidades de los movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos, desprendimientos, derrumbes, reptación, etc.). Esta información deberá ser presentada por todos aquellos proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollen en terrenos con pendientes mayores al 15 %.
A, B1	8.7.4.	Erosión	Indicar la susceptibilidad del área a otros fenómenos de erosión (lineal, laminar).
A, B1	8.7.5.	Inundaciones	Hacer una definición de la vulnerabilidad de las zonas susceptibles a las inundaciones y en caso de zonas costeras a huracanes u otros.
A, B1	8.7.6	Otros	Señalar la susceptibilidad del terreno a fenómenos de licuefacción, subsidencias y hundimientos, inducidos naturalmente o potencializados por el proyecto. Señalar las áreas ambientalmente frágiles presentes en las colindancias del terreno.
A	8.7.7.	Susceptibilidad	Presentar un mapa que incluya las áreas de susceptibilidad a amenazas naturales, o de riesgo, incluyendo todos los factores mencionados anteriormente.
A, B1	9.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO	Presentar las características biológicas del área de estudio en función del tipo de zona de vida.
A, B1	9.1.	Flora	Indicar gráficamente el área de cobertura vegetal del sitio afectado por el proyecto, obra, industria o actividad, como por ej: potrero, potrero con árboles dispersos, bosque secundario, bosque primario, manglar, pantanos, cultivos y otros. Indicar el estado general de las asociaciones vegetales, adjuntando un inventario forestal. Puede utilizar la metodología de cambio de uso del suelo.
A, B1	9.1.1.	Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción que se encuentren en el área del proyecto y el área de influencia directa, de conformidad con las listas oficiales (Listado CITES).
A, B1	9.1.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo durante la fase de operación y cierre.
A, B1	9.2.	Fauna	Indicar las especies más comunes del área de estudio y proporcionar datos sobre abundancia y distribución local.
A, B1	9.2.1.	Especies de fauna amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies de esta categoría que se encuentren en el área de proyecto y el área de Influencia Directa, de conformidad con las listas oficiales (listado CITES).
A, B1	9.2.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo.
A, B1	9.3.	Áreas Protegidas y Ecosistemas frágiles	Caracterizar los ecosistemas más importantes de la zona de estudio, especialmente aquellos que pudieran ser afectados por la ejecución del Proyecto. Presentar en un mapa de áreas silvestres, protegidas existentes y otras áreas de protección o ambientalmente frágiles.
A, B1	10.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	
A, B1	10.1.	Características de la población	Incluir datos sobre tamaño, estructura, nivel de educación, actividades económicas, tenencia de la tierra, empleo, indicadores de salud, censo poblacional, aspectos de género y otros de la población cercana al área de proyecto, así como sus tendencias, especialmente aquellas que pueden ser influidas por la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.2.	Seguridad vial y circulación vehicular	Establecer las características actuales de la red vial, los niveles de seguridad y los conflictos actuales de circulación, presentar un análisis en función de la ejecución y operación del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.3.	Servicios de emergencia	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios de emergencia, tales como: estación de bomberos, Cruz Roja, Policía, hospitales, clínicas y otros.
A, B1	10.4.	Servicios básicos	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios básicos tales como: agua potable, alcantarillado y drenajes, electricidad, transporte público, recolección de basura, centros educativos, otros y que se relacionen con el proyecto.
A, B1	10.5.	Percepción local sobre el Proyecto	Plantear cuál es la percepción, actitudes y preocupaciones de los habitantes de la zona sobre la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad, y las transformaciones que pueda generar. (Según encuesta de opinión). Señalar los posibles conflictos que puedan derivar de la ejecución, así como el planteamiento del equipo consultor sobre la metodología utilizada para presentar y discutir el proyecto y sus alcances con respecto al medio social y en particular sobre las comunidades cercanas. Incluir el registro de dichas reuniones en el estudio de EIA.
A, B1	10.6.	Infraestructura comunal	Identificar la infraestructura comunal existente (camino, puentes, centros educativos y de salud, parques, vivienda, sitios históricos, otros), que pueda ser afectada por el proyecto, obra, industria o actividad.
A	10.7.	Desplazamiento y/o movilización de comunidades	Contemplar de manera específica y detallada si el desarrollo del proyecto implica el desplazamiento de personas, familias o comunidades. Realizar un inventario poblacional y su opinión respecto a la situación que le plantea el proyecto.

Continuación anexo 1.

A, B1	10.8	Descripción del ambiente cultural; valor histórico, arqueológico, antropológico, paleontológico y religioso	Identificar, señalar y caracterizar estos sitios en el Área de Influencia Directa y analizar el efecto del proyecto, obra, industria o actividad, sobre los mismos, en coordinación con las autoridades correspondientes, presentando la autorización respectiva.
A, B1	10.9.	Paisaje	Hacer una descripción de los valores recreativos, estéticos y artísticos del área (se recomienda, apoyarse con fotografías que muestren las condiciones existentes del área, los cuales pueden verse afectados por el proyecto, obra, industria o actividad propuesta).
A	10.10.	Áreas socialmente sensibles y Vulnerables	Presentar los datos sociológicos obtenidos, definiendo las áreas socialmente sensibles y vulnerables a los efectos del Proyecto (esta información debe apoyarse en mapas utilizando escala apropiada).
A, B1	11.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	
A, B1	11.1.	Alternativas consideradas	Realizar una síntesis, que integre las alternativas consideradas como parte del diseño preliminar y su comparación, describiendo brevemente, los pasos y metodología que condujeron hasta la alternativa seleccionada.
A, B1	11.2.	Alternativa Seleccionada	Incluir una descripción técnica de la alternativa seleccionadas.
A, B1	12.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Debe incluirse matriz o conjunto de matrices utilizadas para la identificación y cuantificación de los impactos. (Lista de chequeo y Causa Efecto, entre otras)
A, B1	12.1.	Identificación y valoración de impactos ambientales	Aplicar una metodología convencional que confronte las actividades impactantes del proyecto, obra, industria o actividad, con respecto a los factores del Medio Ambiente que podrían ser afectados, y las valore, analizando las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación y abandono).
A, B1	12.2.	Análisis de impactos	Analizar los impactos ambientales que podrían afectar a: a) aire, b) suelo, c) subsuelo, d) aguas superficiales, e) aguas subterráneas, f) flora y fauna g) biotopos acuáticos y terrestres, h) medio socioeconómico, i) recursos culturales e históricos, j) paisaje, k) otros. Señalar la fuente generadora del impacto (descripción y análisis), y definir el conjunto de medidas preventivas, correctivas, de mitigación, de compensación, si se trata de un impacto negativo, o bien para optimizarlas si se trata de un impacto positivo.
A, B1	12.3.	Evaluación de Impacto Social	Efectuar una evaluación de impacto social que estime las consecuencias sociales que altere el normal ritmo de vida de las poblaciones y que afecte la calidad de vida de sus habitantes.
A, B1	12.4.	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales	Elaborar un resumen, indicando todos los impactos ambientales que producirá el proyecto, en sus diferentes etapas y el resultado de la valoración de la importancia del impacto ambiental, incluyendo aquellos impactos que generan efectos acumulativos. Hacer una comparación de la calificación de los impactos ambientales, en particular el balance entre los impactos negativos y positivos; y resumir cuáles son los impactos más importantes que producirá el Proyecto.
A, B1	13.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)	Presentar un PGA, donde se expongan las prácticas a implementar para prevenir, controlar o disminuir impactos ambientales negativos y maximizar los impactos positivos significativos que se originen con el Proyecto, obra o actividad. Presentar como síntesis en forma de cuadro resumen, el PGA, que incluya: a) Variables Ambientales Afectadas, b) Fuente generadora del impacto, c) Impacto Ambiental propiamente dicho, d) Cita de la regulación ambiental relacionada con el tema, e) Medidas ambientales establecidas, f) Tiempo de ejecución de esas medidas, g) Costo de las medidas, h) Responsable de aplicación de las medidas, i) Indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento, j) Síntesis del compromiso ambiental
A, B1	13.1.	Organización del Proyecto y Ejecutor de las medidas de mitigación	Describir la organización que tendrá el Proyecto, tanto en la fase de construcción, como en operación, señalando para cada fase, él o los responsables de la ejecución de las medidas de mitigación.
A, B1	13.2.	Seguimiento y Vigilancia Ambiental (Monitoreo)	Cómo parte del PGA, definir objetivos y acciones específicas del seguimiento y vigilancia ambiental, sobre el avance del plan conforme se ejecutan las acciones del Proyecto, obra o actividad, definiendo claramente cuales son las variables ambientales o factores a los que se les dará seguimiento (los métodos, tipos de análisis, y la localización de los sitios, puntos de muestreo y frecuencia de muestreo, institución responsable). El seguimiento y vigilancia ambiental debe incluir la etapa de construcción, operación y cierre o abandono, dependiendo de la complejidad y tipo del Proyecto y de la fragilidad ambiental del área donde se plantea ubicar.
A, B1	13.3.	Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre	Definir la etapa de abandono o cierre, una vez cumplidos sus objetivos presentar un plan que incluya las medidas que serán tomadas para recuperar el sitio del área del proyecto, estableciendo claramente el estado final del mismo una vez concluidas las operaciones,

Continuación anexo 1.

			de tal forma que pueda ser corroborado.
A, B1	14	ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA	Elaborar un análisis de las probabilidades de exceder las consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular. Indicar vulnerabilidad de los elementos expuestos y el riesgo que puede ser provocado por el hombre, o la naturaleza.
A, B1	14.1.	Plan de contingencia	Presentar medidas a tomar como contingencia o contención en situaciones de emergencia derivadas del desarrollo del proyecto, obra, industria o actividad, y/o situaciones de desastres naturales, en el caso que dichos proyectos, obras, industrias o actividades se encuentren en áreas frágiles o que por su naturaleza representen peligro para el medio ambiente o poblados cercanos, así como los que sean susceptibles a las amenazas naturales. (Planes contra riesgo por sismo, explosión, incendio, inundación o cualquier otra eventualidad.)
	15.	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD	Presentar un análisis general de la situación ambiental del Área de Proyecto previo a la realización del proyecto, y el Área de Influencia como consecuencia del desarrollo del mismo.
A, B1	15.1.	Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia.	Con base en la situación ambiental actual del Área de Influencia del mismo, realizar un análisis de la calidad ambiental que tendrá el área de influencia a partir de la implementación del Proyecto, tomando en cuenta las medidas a aplicar tanto dentro del ámbito del Proyecto, como de sus efectos acumulativos.
A, B1	15.2.	Síntesis de compromisos ambientales, medidas de mitigación y de contingencia	Presentar en un cuadro, un resumen de los compromisos ambientales establecidos en el PGA y del análisis de riesgo y de contingencia, estableciendo los lineamientos ambientales que regirán el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases, en función de los factores ambientales.
A, B1	15.3.	Política Ambiental del Proyecto	Como síntesis de las medidas de mitigación propuestas, resumir la Política Ambiental que deberá regir al Proyecto durante toda su ejecución, incluyendo como mínimo su objetivo, alcances, el compromiso con el mejoramiento continuo, control y seguimiento ambiental y la buena relación con las comunidades vecinas.
A, B1	16.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Presentar un listado de toda la bibliografía (libros, artículos, informes técnicos y otras fuentes de información) citada en los diferentes capítulos del Estudio de EIA (referencias bibliográficas completas y siguiendo los procedimientos convencionales de citado bibliográfico: autor(es), año, título, fuente en que se encuentra, número de páginas, y ciudad de publicación o edición).
A, B1	17	ANEXOS	Los anexos deben estar numerados y debidamente referenciados en el texto.

Los términos de referencia para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental se aplicarán tanto para los proyectos de Alto Impacto ambiental (categoría A) o bien los catalogados como de moderado a alto impacto ambiental (categoría B1) después de realizada la Evaluación Ambiental Inicial.

Para lo que, en la primera columna de la tabla se indica las letras que corresponden a la categorías de proyectos, obras, industrias o actividades e indica las secciones que serán tomadas en cuenta para la elaboración de los correspondientes estudios.

Los Términos de Referencia Generales, servirán de base para la elaboración a futuro de los Términos de Referencia Específicos por sectores.

Cuando sea necesario y así lo determine el MARN, se aplicará el formato de Determinación de Términos de Referencia, que sean específicos para el tipo de proyecto, obra, industria o actividad a realizar.

Anexo 2.

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL (Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <u>debe</u> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información <u>debe</u> ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:	
I.2. Información legal:	
A) Nombre del Proponente o Representante Legal:	
<p>_____</p>	
B) De la empresa:	
Razón social:	
<p>_____</p>	
Nombre Comercial:	
<p>_____</p>	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
Patente de Comercio	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
No. De Finca _____	Folio No. _____ Libro No. _____
de _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	
Número de Identificación Tributaria (NIT):	
I.3	Teléfono _____ Fax _____ Correo electrónico: _____
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:	
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas	

Continuación anexo 2.

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre
** Adjuntar planos		
II.3 Área		
a) Área total de terreno en m2: _____		
b) Área de ocupación del proyecto en m2: _____		
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
NORTE _____ SUR _____ ESTE _____ OESTE _____		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
II.5 Dirección del viento:		
II.7 Datos laborales		
a) Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta () Horas Extras _____		
b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados _____		
c) otros datos laborales, especifique _____		

Continuación anexo 2.

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS ..							
	tipo	si/no	cantidad/ (mes, día, hora)	proveedor	uso	especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
agua	servicio público						
	pozo						
	agua superficial						
	otro						
combustibles*	gasolina						
	diesel						
	biocomb						
	otro						
	otro						
lubricantes	solubles						
	no solubles						
refrigerantes							
OTROS							
*NOTA: Si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos (el Ministerio de Energía y Minas, para comercialización e almacenaje de combustibles, indicar copia)							

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

a) Número de vehículos _____

b) Tipo de vehículo _____

c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar que se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de			

Continuación anexo 2.

		azufre, etc.)			
		Ruido			
		Vibraciones			
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área			
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			
		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del			

Continuación anexo 2.

		paisaje			
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA					
CONSUMO					
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____					
V.2 Forma de suministro de energía					
	a)		Sistema		público

	b)		Sistema		privado

	c)		generación		propia

V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____					
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?					

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD					
VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:					
a)	<input type="checkbox"/>	la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio			
b)	<input type="checkbox"/>	la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores			
c)	<input type="checkbox"/>	la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores			
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:					

VI.2 En el area donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?					
a) inundación ()	b) explosión ()	c) deslizamientos ()			
d) derrame de combustible ()	e) fuga de combustible ()	d) Incendio ()	e) Otro ()		
Detalle la información explicando el por qué?					

VI.3 riesgos ocupacionales:					
<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores				
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores				
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores				

