# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



#### TRABAJO DE GRADUACIÓN:

Valoración económica del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá

Por:

JORGE RAÚL MAZARIEGOS CALDERÓN

Carné: 201040545

Mazatenango, julio 2017

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



#### TRABAJO DE GRADUACIÓN:

Valoración económica del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá

Trabajo presentado a las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente –CUNSUROC– de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–

#### Por:

**JORGE RAÚL MAZARIEGOS CALDERÓN** 

CARNÉ: 201040545

CUI: 2075 79849 1103

Previo a conferírsele el título que le acredita como:

Ingeniero en Gestión Ambiental Local

En el grado académico de Licenciado

Mazatenango, julio 2017

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

#### **AUTORIDADES**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo Rector

Dr. Carlos Enrique Camey Rodas Secretario General

#### MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO CUNSUROC

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano Director

#### REPRESENTANTES DOCENTES

M.Sc. José Norberto Thomas Villatoro Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma Vocal

#### REPRENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía Vocal

#### REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

Lcda. Elisa Raquel Martínez González Vocal

Br. Irrael Esduardo Arriaza Jerez Vocal

#### **AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADÉMICA**

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

#### **Coordinador Académico**

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

#### Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Luis Carlos Muñoz López

#### **Coordinador Carrera Trabajo Social**

Lic. Mauricio Cajas Loarca

#### Coordinador Carreras de Pedagogía

Ph. Dr. Marco Antonio del Cid Flores

#### Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos

#### Coordinador Carrera Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Tania María Cabrera Ovalle

#### Coordinadora Carrera Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume

#### Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

#### Coordinador de Área

#### CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA -CUNSUROC-

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

#### Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

MSc. Paola Marisol Rabanales

Coordinadora Carrera Periodista Profesional y Ciencias de la Comunicación

#### **DEDICATORIA**

A DIOS: Por brindarme salud hasta este momento y permitir

culminar esta etapa académica.

A MI MADRE: Lidia América Calderón Morales.

Por su apoyo, sacrificio inalcanzable y sobre todo por

confiar en mí.

**A MI PADRE:** Jorge Raúl Mazariegos Juárez.

Por estar atento a mi camino y su buen ejemplo en

todas las etapas de mi vida.

A MIS HERMANOS: Luis Ángel y José Daniel por el apoyo mostrado durante

el desarrollo de mis estudios.

A MI FAMILIA: Por sus consejos que han guiado mis pasos,

especialmente a mi tío Joselito Ranferí Mazariegos

Juárez.

A MIS AMIGOS: Por compartir muchos momentos de mi carrera

universitaria.

#### **AGRADECIMIENTOS**

- A: Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente a la carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local, por brindar los conocimientos necesarios para mi formación profesional.
- **A:** Mancomunidad La Laguna (MANCLALAGUNA), asociación que permitió la realización de la presente investigación.
- A: Ing. Civil Cindy Lorena de León, Encargada del departamento de Infraestructura y Saneamiento de MANCLALAGUNA, por sus consejos durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.
- A: Ing. GAL. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñónez Melgar, por sus lecciones, brindar tiempo en asesorar y supervisar las diferentes fases del Ejercicio Profesional Supervisado.
- **A:** Ing. GAL. Kharla Leticia Marysol Vides Rodas, por su orientación, asesoría y apoyo mostrado incondicionalmente durante el proceso de formación universitaria.
- A: Los docentes de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local por sus enseñanzas.

#### i. ÍNDICE GENERAL

	Cont	tenido	Página
	RES	UMEN	Χ
l.		RODUCCIÓN	1
II.		ETIVOS	3
		General	3
	2.2.	Específicos	3
III.		DTESIS	4
IV.		CO REFERENCIAL	5
	4.1.	Mancomunidad La Laguna	5
	4.2.	Información general de San Marcos La Laguna	5
		4.2.1. Ubicación geográfica	5
		4.2.2. Clima	5
		4.2.3. Orografía	6
		4.2.4. Recursos naturales	6
		4.2.5. Suelos	6
		4.2.6. Áreas protegidas	
		4.2.7. Hidrología	9
		4.2.8. Bosque	10
		4.2.9. Fauna	10
		4.2.10.Flora	10
	4.3.	Sistema de gestión integral de residuos y	
		desechos sólidos	11
		4.3.1. Generación y almacenamiento	11
		4.3.2. Recolección y transporte	12
		4.3.3. Procesamiento y recuperación	12
		4.3.4. Disposición final	12
		4.3.5. Caracterización de residuos y desechos	
		sólidos del municipio	13

	Cont	tenido P	Página
		4.3.6. Reglamento para la administración y	
		funcionamiento del sistema de gestión	
		integral de residuos y desechos sólidos	14
V.	MAR	CO TEÓRICO	18
	5.1.	Desechos sólidos	18
		5.1.1. Desechos sólidos municipales (DSM)	19
		5.1.2. Residuos sólidos domiciliares (RSM)	19
		5.1.3. Clasificación de desechos sólidos según	
		su origen	20
		6.1.3.1. Orgánicos	20
		6.1.3.2. Inorgánicos	21
		a. Clasificación de residuos	
		inorgánicos	21
		Recuperables	21
		No recuperables	21
	5.2.	Gestión integral de residuos y desechos sólidos	22
		5.2.1. Generación	22
		5.2.2. Recolección y transporte	23
		5.2.3. Procesado y recuperación	24
		5.2.4. Disposición final	25
		5.2.5. Tratamiento de los residuos y desechos	
		Sólidos	26
		6.2.5.1. Orgánico	26
		a. Anaerobio	26
		b. Aerobio	26
		6.2.5.2. Inorgánico	27
		a. Recuperable	27
		b. No recuperable	28
		5.2.6. Cobertura del servicio a nivel municipal	28
		6.2.6.1. Cálculo de la cobertura del servicio	28

Con	itenido	Pagina
5.3.	Valoración económica ambiental	29
5.4.	Métodos de valoración económica	30
	5.4.1. Métodos de valoración indirecta	31
	Método de costos evitados	31
	b. Método de costo de viaje	32
	c. Método de precios hedónicos	34
	5.4.2. Método de valoración directa	36
	a. Método de valoración contingente	36
5.5.	Relación costo-beneficio	37
	5.5.1. Costo	38
	5.5.2. Beneficio	38
5.6.	Punto de equilibrio	39
	5.6.1. Determinación del punto de equilibrio	40
	Método de Estado de Resultados	40
	b. Método de Fórmula o Algebráico	· <del></del>
	c. Método Gráfico	41
5.7.	Unidad de análisis, muestreo y marco muestral	42
	5.7.1. Muestreo	
	5.7.2. Error de muestreo	
	5.7.3. Cálculo de la muestra	
5.8.	J I	
	5.8.1. Muestreo aleatorio simple (MAS)	
	a. Método de selección del MAS	
	5.8.2. Tabla de números aleatorios	
	5.8.3. Muestreo sistemático (MS)	
	TERIALES Y MÉTODOS	
6.1.		
6.2.	Métodos	50

	Cont	enido	Página
		6.2.1. Cantidad máxima que la población urbana de	
		San Marcos La Laguna está dispuesta a	
		pagar por el servicio de gestión integral	
		de residuos y desechos sólidos	50
		6.2.2. Cobertura actual del servicio a nivel urbano	. 52
		6.2.3. Punto de equilibrio del sistema de gestión	
		Integrada de residuos y desechos sólidos	53
		6.2.4. Propuesta de mejoras al sistema de gestión	
		Integral de residuos y desechos sólidos	54
VII.	RES	ULTADOS	55
	7.1.	Cantidad máxima que la población de San Marcos La	
		Laguna está dispuesta a pagar por el servicio	55
		7.1.1. Características de la población	55
		a. Edad	55
		b. Ocupación de los encuestados	56
		c. Nivel académico de los habitantes	57
		7.1.2. Características del servicio de recolección	58
		a. Usuarios del servicio	58
		b. Evaluación del servicio	59
		c. Análisis del servicio de recolección	60
	7.2.	Cobertura actual del servicio a nivel municipal	63
	7.3.	Punto de equilibrio del sistema de gestión integral de	
		residuos y desechos sólidos	67
		7.3.1. Análisis de ingresos y egresos del servicio	67
		a. Egresos	67
		b. Ingresos	68
		c. Relación de ingresos y egresos	70
		d. Punto de equilibrio	70

	Cont	enido	Página
	7.4.	Propuesta de mejora al sistema de gestión integral	
		de residuos y desechos sólidos	71
		7.4.1. Mejoras en el servicio de recolección y	
		Transporte de residuos y desechos sólidos	71
		a. Equipo de protección personal	71
		b. Aspectos salariales	73
		c. Gastos fijos incluyendo mejoras	74
		d. Ingresos esperados por el cobro de tarifa	
		mensual	74
		e. Resumen de ingresos y egresos con	
		Mejoras	75
		f. Relación entre servicio con mejoras y	
		sin mejoras	76
		g. Cálculo del nuevo punto de equilibrio	76
		7.4.2. Mejoras en la fase de tratamiento integral de	
		residuos y desechos sólidos	77
		a. Clasificación	77
		b. Bodega de material reciclable	78
		Plástico	78
		<ul> <li>Vidrio</li> </ul>	80
		c. Generación de compost	81
		7.4.3. Mejoras en la fase de disposición final	81
		7.4.4. Manual para el manejo integral de residuos y	
		desechos sólidos generados en San Marcos	
		La Laguna, Sololá	86
/III.	CON	CLUSIONES	87
X.		OMENDACIONES	88
ζ.	BIBL	IOGRAFÍA	89
KI.		XOS	95

Contenido		Página
Anexo 1.	Boleta de entrevista dirigida a la población	
	del casco urbano del municipio de San	
	Marcos La Laguna, Sololá	95
Anexo 2.	Guía de entrevista a empleados del sistema de	
	gestión integral de residuos y desechos	
	sólidos	98
Anexo 3.	Guía de entrevista a director financiero de	
	la municipalidad	100
Anexo 4.	Presupuesto para la construcción de relleno	
	sanitario y laguna de estabilización de	
	lixiviados	101
Anexo 5.	Rutas de recolección de residuos y desechos	
	sólidos municipales	107
Anexo 6.	Croquis municipal	108
Anexo 7.	Viviendas dentro de la muestra	109
Anexo 8.	División administrativa, San Marcos La	
	Laguna	110
Anexo 9.	Plano de ubicación del actual relleno sanitario.	111
Anexo 10.	Manual de manejo integral de residuos y	
	desechos sólidos de San Marcos La Laguna,	
	Sololá	112

#### ii. ÍNDICE DE FIGURAS

	Figura	Página
1.	Mapa de ubicación de San Marcos La Laguna	. 7
2.	Mapa de serie de suelos de San Marcos La Laguna	. 8
3.	Área de material reciclable	12
4.	Planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos	13
5.	Esquema del proceso del sistema de gestión integral de	
	residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La	
	Laguna, Sololá	17
6.	Edades de los integrantes de las familias dentro de la muestra del	
	municipio San Marcos La Laguna, Sololá	55
7.	Ocupación de los encuestados	56
8.	Nivel académico de la población dentro de la muestra	57
9.	Población usuario del servicio	58
10	. Calidad del servicio	60
11	. Problemas detectados en el servicio	61
12	. Cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a	
	pagar	62
13	. Disposición a pagar tarifa mensual	63
14	. Botaderos no autorizados, San Marcos La Laguna, Sololá	66
15	.Área de recepción	78
16	.Bodega de material reciclable	79
17	. Compactadora	79
	.Área de clasificación de vidrio	80
19	. Actual relleno sanitario de la planta de tratamiento	82
20	. Plano del relleno sanitario, San Marcos La Laguna, Sololá	84
21	. Propuesta de ubicación del relleno sanitario	85
22	. Mapa de rutas de recolección de residuos y desechos	
	sólidos	107

Figura	Página
23. Croquis del municipio de San Marcos La Laguna	108
24. Viviendas dentro de la muestra	109
25. División administrativa	110
26. Plano de ubicación del actual relleno sanitario, San Marcos La	
Laguna, Sololá	111

#### iii. ÍNDICE DE CUADROS

	Cuadro	Página
1.	Resultados de la caracterización de residuos y desechos	
	sólidos a nivel urbano	_ 14
2.	Sanciones establecidas en el reglamento	
3.	Tabla de números aleatorios	46
4.	Materiales utilizados para la ejecución de la investigación	
	inferencial	49
5.	Número de viviendas dentro de la muestra por barrio	52
6.	Dimensión de los botaderos no autorizados	65
7.	Sueldos de empleados del servicio	67
8.	Gastos fijos del sistema de gestión integral de residuos y	
	desechos sólidos	68
9.	Ingresos por pago del servicio	
10.	.Ingresos por ventas	69
	. Ingresos y egresos del servicio	
12.	Presupuesto anual de equipo de protección	72
13.	Sueldos mínimos, según legislación guatemalteca	73
14.	. Gastos fijos incluyendo mejoras	74
15.	. Ingresos esperados por el cobro de una tarifa mensual	75
16.	Resumen de ingresos y egresos con mejoras	75
17.	Comparación entre costos anuales con mejoras y sin mejoras	76
18.	Presupuesto para la construcción de relleno sanitario y laguna	
	de estabilización de lixiviados	101

#### **RESUMEN**

## VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ

El municipio de San Marcos La Laguna, integrante de Mancomunidad La Laguna (MANCLALAGUNA), se encuentra ubicado en la parte central del departamento de Sololá, en la Región VI a nivel nacional, su extensión territorial es de 12 Km². Se localiza a 1, 640 msnm (metros sobre el nivel del mar) y su punto más alto está a 2,690 en el Cerro San Marcos, la temperatura oscila entre 12 y 18 grados centígrados. De acuerdo con las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2,016 cuenta con una población aproximada de 5,216 habitantes y una densidad poblacional de 434 habitantes por kilómetro cuadrado.

Una de las fortalezas a nivel municipal se centra en el manejo y gestión de los residuos y desechos sólidos. El mismo inició operaciones a partir del año 2,014, como medida para contrarrestar los impactos negativos producidos por la acumulación de éstos en áreas no autorizadas, sin embargo existe resistencia por parte de los pobladores en pagar una tarifa mensual por la utilización del servicio.

A raíz de la anterior problemática, se planteó la presente investigación que tuvo como objetivo valorar económicamente el sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos de San Marcos La Laguna; siendo los objetivos específicos: determinar la cantidad máxima que la población está dispuesta a pagar por utilizar el servicio, identificar la cobertura actual a nivel municipal, calcular el punto de equilibrio del sistema para proponer una nueva tarifa y mejoras en todas las fases del sistema para elevar su calidad.

La fase de recopilación de información se realizó durante cuatro meses, iniciando en el mes de abril y finalizando en el mes de julio de 2016. Las técnicas utilizadas

para recopilar información incluyen: entrevistas, encuestas, consultas, investigaciones bibliográficas, observaciones, cotizaciones, cálculo del punto de equilibrio del servicio y realización de propuestas de mejora.

De acuerdo con la metodología aplicada, se determinó que el 68% de la población no está dispuesta a pagar una tarifa mensual y el 32% pagaría una cuota que oscila entre Q. 1.00 a Q. 5.00 al mes.

A nivel municipal, San Marcos La Laguna cuenta con una cobertura del servicio de recolección de residuos y desechos sólidos del 100%; sin embargo dentro del mismo se identificaron 17 botaderos no autorizados que abarcan una extensión territorial de 869.5 m² equivalente al 0.0072% del área total del municipio, esparcidos geográficamente de la siguiente manera: 7 botaderos en el Barrio I, 4 botaderos en el Barrio II y 6 botaderos en el Barrio III.

Los costos mensuales del sistema ascienden a Q. 21,500.00 y los ingresos a Q. 4,421.17; tomando en cuenta el total de viviendas en el municipio (1,043), se calculó el punto de equilibrio, el cual oscila en Q. 21.00 mensuales, lo que significa que para cubrir los costos del servicio sin generar ganancia los usuarios deberían pagar esta cantidad al mes, (actualmente pagan Q. 4.00), concluyendo que la municipalidad subsidia el servicio en un 79%.

Las propuestas al sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos, incluyen: mejoras en el servicio de recolección, dentro de éstas se menciona el mapa de rutas para la fase de transporte, la prestación del servicio con mayor frecuencia; en la fase de tratamiento y disposición final destacan capacitaciones a los operarios y en general, la adquisición de equipo de protección para el personal. También, se incluye el diseño de un manual para el sistema de gestión integral, herramienta que servirá para mejorar la calidad del servicio.

#### I. INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos y desechos sólidos es uno de los aspectos que mayor impacto generan al ambiente a nivel nacional, replicándose este escenario en San Marcos La Laguna, Sololá, a pesar de contar con un sistema de gestión integral, el cual fue creado en el 2014 como respuesta ante esta problemática.

Dicho sistema, no funciona de manera eficiente debido a la resistencia por parte de los habitantes en pagar una tarifa mensual por ser usuarios, lo cual no permite realizar mejoras que contribuyan a mejorar la calidad del servicio.

Con el propósito de brindar solución a la problemática anterior, se plantea la investigación inferencial titulada: "Valoración Económica del Sistema de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá", planificada para realizarse durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, teniendo como objetivos específicos: determinar la cantidad máxima que la población está dispuesta a pagar por utilizar el servicio, identificar la cobertura actual, calcular el punto de equilibrio del sistema y proponer mejoras para elevar la calidad del mismo.

La metodología empleada para su ejecución requirió encuestar 281 viviendas; además de entrevistas dirigidas al director financiero de la municipalidad y operarios del sistema de gestión integral.

Se determinó la cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar, la cual asciende a Q 5.00; actualmente ellos pagan Q 4.00 al mes. Asimismo, se calculó el actual punto de equilibrio derivado de los ingresos y egresos del sistema el cual es de Q 21.00. Con esta información se pudo determinar que el modelo actual genera déficit del 79% a la Municipalidad y los usuarios cubren únicamente el 21% del costo del servicio.

Con los datos generados, se identificó que San Marcos La Laguna cuenta con el 100% de cobertura del servicio; sin embargo existen 17 botaderos no autorizados, como resultado de la poca frecuencia de recolección.

Con base en las mejoras propuestas, se calcularon los nuevos costos e ingresos del servicio obteniendo un nuevo punto de equilibrio, el cual asciende a Q 36.00 mensuales. Las mejoras incluyen: compra de equipo de protección personal, incremento en el salario para los operativos del sistema de recolección, cambios en los horarios del tren de aseo y remodelaciones en el sitio de disposición final.

De acuerdo a la cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar por la utilización del servicio, se acepta la hipótesis Hi: "La cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar por utilizar servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final cubre menos del 40 % del costo total del sistema."

También se incluye un manual que integra los lineamientos necesarios para mejorar la calidad del sistema de gestión de residuos y desechos sólidos en todas sus fases, una campaña de sensibilización, directrices para la clasificación en la fuente y mapa de las rutas de recolección.

#### II. OBJETIVOS

#### 2.1. General

Valorar económicamente el sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.

#### 2.2. Específicos

- Determinar la cantidad máxima que la población de San Marcos La Laguna está dispuesta a pagar por el servicio de recolección de residuos y desechos sólidos municipales.
- Identificar la cobertura actual del servicio de recolección de residuos y desechos sólidos municipales.
- Calcular el punto de equilibrio del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio.
- Proponer mejoras al sistema de gestión integrada de residuos y desechos sólidos del municipio.

#### III. HIPÓTESIS

**Hi:** La cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar por utilizar servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final cubre menos del 40% del costo total del sistema.

**Ho:** La cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar por utilizar servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final no cubre menos del 40% del costo total del sistema.

**Ha:** La cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar por utilizar el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final cubre más del 40% del costo total del sistema.

#### IV. MARCO REFERENCIAL

#### 4.1. Mancomunidad La Laguna

Mancomunidad La Laguna (MANCLALAGUNA), es una asociación de municipios integrada por la Municipalidad de San Pedro la Laguna, San Pablo la Laguna, San Marcos La Laguna y San Juan La Laguna; todos del departamento de Sololá, la cual fue establecida legalmente el veinte de julio de 2006, según escritura pública número doscientos cuarenta y seis e inscrita en el Registro Civil del municipio de San Juan La Laguna, el 19 de agosto del mismo año. (Stewart, J.; 2014).

#### 4.2. Información general de San Marcos La Laguna, Sololá

#### 4.2.1. Ubicación geográfica

Según el Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial (P.D.M.E.T) 2008-2018, San Marcos La Laguna, (2008), se encuentra situado en la parte central del departamento de Sololá, en la Región VI o Región Suroccidental. Por su ubicación geográfica el municipio de San Marcos La Laguna tiene las siguientes colindancias: al norte: Santa Lucía Utatlán, al oeste: San Pablo la Laguna, al sur: Lago de Atitlán, al este: Santa Cruz La Laguna.

#### 4.2.2. Clima

El municipio se localiza a 1,640 msnm (metros sobre el nivel del mar) y el punto más alto está a 2,960 msnm en el Cerro San Marcos. La temperatura oscila entre 12 y 18 grados centígrados, por la diferencia de altura. La época fría inicia a mediados del mes de noviembre y finaliza en febrero, la temperatura cálida en los meses de marzo a octubre, aunque el clima promedio es frío, pero varía según la altura. La precipitación pluvial promedio por año oscila entre los 1,000 a 2,000 mililitros (Cabrera, M.; 2008).

#### 4.2.3. Orografía

El territorio de San Marcos La Laguna comprende 12 Km<sup>2</sup> y pertenece a las tierras altas cristalinas y presenta los siguientes accidentes orográficos: Cerro Chuwijuyú, se ubica en el Barrio I, Cerro Tzancujil en el Barrio II y Cerro San Marcos en el Barrio III. (Galdámez, V.; 2008).

La mayor parte de las tierras se encuentran en pendientes de 20% a 40%, únicamente el Barrio Tres, que es el área central del municipio, tiene partes planas (Galdámez, V.; 2008).

#### 4.2.4. Recursos naturales

San Marcos La Laguna posee diversos recursos naturales, bosques, suelos, flora, fauna, mantos acuíferos, canteras de extracción de lajas, cerros y montañas que son áreas protegidas para conservar la biodiversidad existente y que se convierte en el enlace con la cosmovisión y relación con la naturaleza. (Cabrera, M.; 2008).

#### 4.2.5. Suelos

Según Cabrera, M. (2008), en el municipio, predomina el uso con fines agrícolas, sin embargo el uso potencial corresponde a la vocación forestal.

En el uso actual de la tierra en el municipio de San Marcos La Laguna, predomina el cultivo del café, que ocupa un 26% del área del municipio; siguen los bosques mixtos densos 21%, bosque secundario sucesional bajo se encuentra en el 16% del territorio, maíz y frijol se encuentran en el 15% del territorio. (P.D.M.E.T., 2008-2018; 2008).

Respecto al uso potencial de los suelos, se establece que los mismos son poco profundos, de textura deficiente, con erosión severa y drenajes destructivos; aptos para el establecimiento de parques nacionales, con fines de recreación y conservación de la vida silvestre, así como para valorar zonas de protección de cuencas hidrográficas. (Galdámez, V.; 2008).

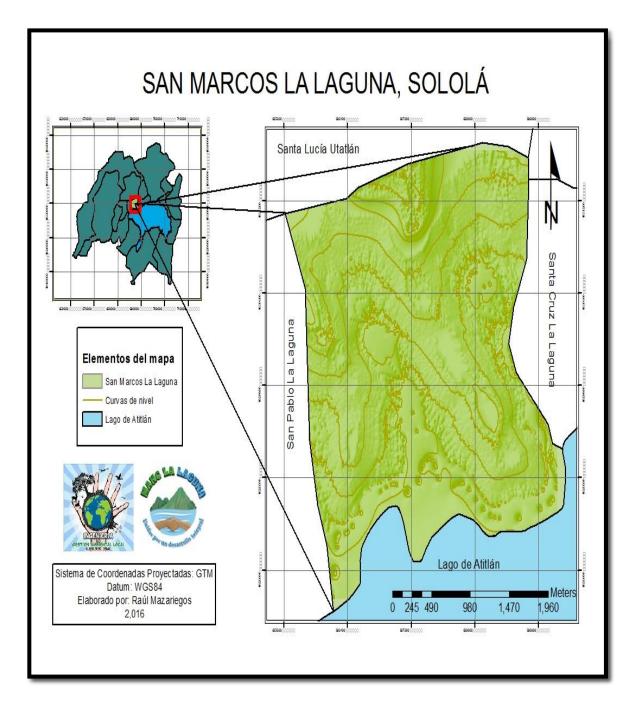


Figura No. 1. Mapa de ubicación de San Marcos La Laguna, Sololá.

Nota: Mapa elaborado con base en datos proporcionados por MAGA, 2006.

San Marcos La Laguna se encuentra dividido administrativamente en tres Barrios, los cuales se denominan: Barrio I, Barrio II y Barrio III. (Sacach, F.; 2005).

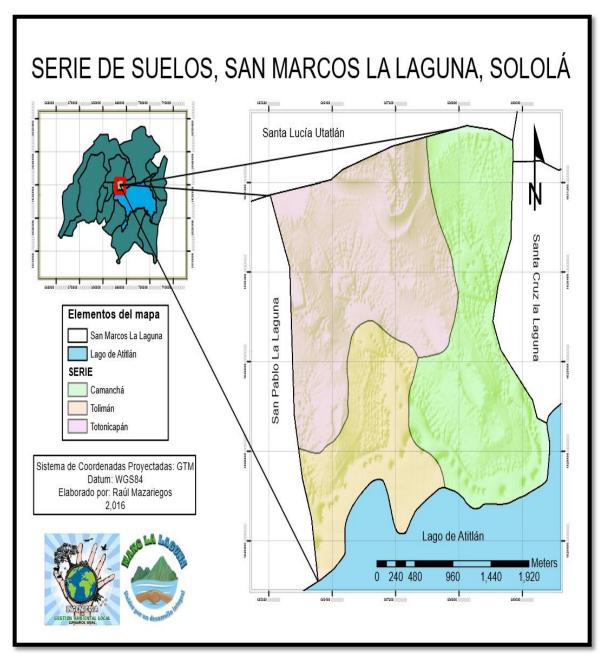


Figura No. 2. Mapa de serie de suelos de San Marcos La Laguna, Sololá.

Nota: Mapa elaborado con base en datos proporcionados por MAGA, 2006

A nivel municipal se ubican las siguientes series de suelos: 1. Camanchá, conformada por ceniza volcánica, presenta planicies suaves a fuertemente onduladas con una textura superficial media y una textura subterránea de tipo arcilla y se encuentra en riesgo de erosión; 2. Totonicapán, constituida por ceniza volcánica o roca, presenta un relieve suavemente inclinado u ondulado, con una textura superficial moderadamente fina y una textura subterránea

franco-arcillosa a franco-arcillo-limosa, suelos vulnerables a erosión; 3. Tolimán, compuesta por ceniza volcánica, presenta relieve de ondulado a inclinado con una textura superficial media y textura subterránea franco-arcillo-arenosa o franco-arenosa, suelos erosionados. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; 2006).

#### 4.2.6. Áreas protegidas

Todo el territorio de San Marcos La Laguna es área protegida por formar parte de la cuenca del Lago de Atitlán administrada por el CONAP, pues se considera zona de recarga hídrica, en cuyo territorio se encuentran nacimientos de agua. Además dentro de esta área están los cerros: Tzancujil, Kimibal, Chuí-Lemá, Chuí-Juyú, Xe-Sajlac, San Marcos, Xé-Papá, Xé-Nima Abaj que constituyen parte del entorno natural y cultural. (Cabrera, M.; 2008).

#### 4.2.7. Hidrología

La situación de la hidrografía en San Marcos La Laguna, presenta como en la mayoría de municipios que se sitúan en la cuenca del Lago de Atitlán, la característica de encontrarse en zona de recarga hídrica, lo cual hace que el municipio cuente con diferentes nacimientos de agua. Los nacimientos se denominan: Xe Ajtzay, Xe Juyu, Xe Sajlaq, Pacuwe y Pajocó, estos nacimientos se convierten en afluentes del río Xé-Papá que atraviesa el valle, que en la época de lluvia se vuelve caudaloso y en el verano se seca por completo, en años anteriores causó daños a la población, los desbordamientos provocan inundaciones en casas, infraestructura pública y terrenos de cultivos, tal como sucedió en octubre del 2005 con la tormenta tropical Stan. (Galdámez, V.; 2008).

Este río recibe el nombre de Xepapá (La Cañada), y desemboca en el Lago de Atitlán, considerado como una reserva importante de agua para San Marcos y los municipios que están en la ribera del mismo. Sin embargo la riqueza hidrológica se encuentra amenazada por la falta de políticas de conservación y

la creciente deforestación por la ampliación de la frontera agrícola. (Galdámez, V.; 2008).

#### **4.2.8.** Bosque

El 94 % del territorio del municipio tiene vocación forestal, sin embargo, por las necesidades de siembra de cultivos agrícolas y la ampliación del área urbana, la zona boscosa representa el 26 por ciento del total de 12 Km. de la extensión territorial. Ese porcentaje de zona boscosa es de bosque mixto y ocupa parte de las playas, laderas y cerros que rodean San Marcos La Laguna. (Cabrera, M.; 2008).

En el municipio predominan dos tipos de zona de vida, según el sistema de clasificación propuesto por Leslie Holdridge:

- Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MBS). 1,630 a 2,400 msnm.
- Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MBS). 2,401 a 2,900 msnm.

#### 4.2.9. Fauna

La fauna existente en el municipio está compuesta por pájaros que habitan desde la región más alta hasta los márgenes del Lago. Además se encuentran: ardillas (*Sciurus sp*), comadreja (*Mustela ibérica*), liebres (*Lepus campestres*), palomas (*Columbisa libia*), taltuzas (*Geomyr hispidus*), serpientes (*Ansistroden sp*), lechuza (*Titoperlata guatemalae*), tecolote (*Búho virginales*) y chocoyos (*Arábiga holvechnoroa*). (Cabrera, M.; 2008).

#### 4.2.10. Flora

La flora la constituye, principalmente, las especies latifoliadas y coníferas. En el cerro San Marcos, que se encuentra en la parte alta del Municipio, predominan las coníferas como el pino (*Seudos trovo*), el ciprés (*Cupressus lusitánica*), y el pino triste (*Pinus montezumae*). Hacia la parte media predominan los encinos y

robles en asociación con el llamos. En la mayoría de especies leñosas se encuentran con frecuencia epifitos (Gallitos) de los géneros Tillandsia y Broméela. En la parte baja, donde se encuentra la Cabecera Municipal, se pueden apreciar plantas medicinales como zarzaparrilla (*Slimax aspera*), llantén (*Plantago major*) y cola de caballo (*Equisetum arvense*). También es común encontrar zacate colorado (*Eliunurus muticus*), lengua de vaca (*Rumex acetosa*), ruda (*Ruta graveolens*), verbena (*Verbena officinalis*), apazote (*Dysphania ambrosioides*) y hierba buena (*Mentha sipatica*), entre otros. (Barrios, A.; Véliz, M.; Dávila, C.; 2007).

## 4.3. Sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos de San Marcos La Laguna

Actualmente en el sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos se encuentran laborando nueve personas distribuidas de la siguiente manera: seis operarios, dos cobradores y un coordinador del servicio. (Mendoza, J.; 2016)

De acuerdo con Mendoza, J., (2016), el sistema cuenta con las siguientes etapas:

#### 4.3.1. Generación y almacenamiento

Según la propuesta de gestión mancomunada de tratamiento integral de los desechos sólidos en los municipios de San Pedro, San Marcos y San Pablo La Laguna asociados en Manclalaguna, del departamento de Sololá, (2010), en el municipio de San Marcos La Laguna se generan 0.57 Kg/hab/día, de los cuales 54 % (0.3078 Kg/hab/día) corresponden a material orgánico, el 45 % (0.2565 Kg/hab/día) a material inorgánicos repartido entre 28 % (0.0718 Kg/hab/día) de material recuperable y 72 % (0.1846 Kg/hab/día) no recuperable; la forma de entrega de la basura es en bolsas plásticas. En las viviendas no se realiza el proceso de clasificación de los residuos y desechos.

#### 4.3.2. Recolección y transporte

El servicio de recolección y transporte de los residuos y desechos sólidos lo desarrolla el operario del tren de aseo en un vehículo tipo pick- up acompañado del personal encargado del barrido de calles. Dicha tarea se realiza a cada 15 días cobrando Q 1.00 por "bolsa" recolectada, recorriendo las siguientes rutas: lunes recorre el Barrio I, martes el Barrio II y miércoles se realiza la recolección en el Barrio III. (Ver anexo 5 en página 107).

#### 4.3.3. Procesamiento y recuperación

En la planta de tratamiento se clasifica el material proveniente de la recolección de residuos y desechos sólidos realizada a nivel municipal, para ser ubicados en el área de materiales orgánicos, área de materiales inorgánicos y bodega de material reciclable, posteriormente se realiza el tratamiento y culmina con la disposición final.



Figura No. 3. Área de material reciclable

#### 4.3.4. Disposición final

La planta de tratamiento fue construida en el año 2013 con el apoyo de la Municipalidad de San Marcos La Laguna, Mancomunidad La Laguna y la Oficina Técnica de Cooperación Española; se encuentra ubicada en el Barrio I. Inició operaciones a partir del año 2014, conjuntamente con el servicio de

recolección y transporte de residuos y desechos sólidos municipales. Cabe mencionar que en el centro de acopio, se encuentra una máquina compactadora de residuos, la cual actualmente por desconocimiento de su operación por parte de los encargados no está siendo utilizada.

El último proceso del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos es la disposición final, la cual se realiza distribuyendo el material orgánico recolectado al área de compostaje, el material reciclable se envía hacia su respectiva área para la posterior venta, los vidrios son colocados en las pilas correspondientes y el material no recuperable se acumula en el área de recepción.



Figura No. 4. Planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

#### 4.3.5. Caracterización de residuos y desechos sólidos del municipio

A nivel municipal, con el apoyo de la Mancomunidad de municipios de la Laguna, se elaboró la "Propuesta de gestión mancomunada de tratamiento integral de los desechos sólidos en los municipios de San Pedro, San Marcos y San Pablo La Laguna asociados en la Mancomunidad Manclalaguna, del departamento de Sololá" realizada en el año 2010 por la Firma Consultora ARSPROJECT; el estudio contiene la caracterización de residuos y desechos sólidos del municipio, propuesta de gestión integral de residuos sólidos y con

base en los resultados de la misma se hizo del diseño de la planta de tratamiento. A continuación se presentan los resultados de la propuesta:

**Cuadro No. 1.** Resultados de la caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel urbano.

Indicador	Cantidad					
Peso de los residuos sólidos municipales generados por año	803.00 toneladas métricas					
Volumen de los residuos sólidos Municipales por año	3,212.00 metros cúbicos					
Tipo de desechos	Orgánico (54.5%) Inorgánico (45.5%)		5.5%)			
generados al año	438 toneladas métricas 365 toneladas métr		nétricas			
Generación per cápita/habitante/día	1	.27 lbs		0.57 kg		
Formas de disposición de los residuos sólidos municipales en los hogares	Total de hogares 852	La queman 66 (7.74%)	cuald luç 44	an en quier gar 46 34%)	La entierran 133 (15.61%)	Otra forma 6 (0.70%)

**Fuente:** Propuesta de Gestión Mancomunada de tratamiento integral de los desechos sólidos en los municipios de San Pedro, San Marcos y San Pablo La Laguna asociados en la Mancomunidad La Laguna, del departamento de Sololá, 2010.

### 4.3.6. Reglamento para la administración y funcionamiento del sistema municipal de gestión integral de residuos y desechos sólidos

Según el reglamento para la administración y funcionamiento del sistema municipal de gestión integral de residuos y desechos sólidos, creado el 1 de julio del año 2013 y que tiene por objeto regular la prestación del servicio municipal de manejo integral de residuos y desechos sólidos; establece que la

Unidad Municipal de Gestión Ambiental y Riesgo (UMGAR) extenderá un documento que acredite el derecho de suscripción al futuro usuario del servicio; los encargados de velar por el cumplimiento del reglamento son las autoridades, funcionarios, así como los usuarios. Dicho servicio tiene como objetivo propiciar las condiciones sanitarias en el municipio mediante la gestión integral, dentro de las categorías del servicio se encuentran: doméstico, comercial e industrial. Las sanciones por falta o infracción son las siguientes:

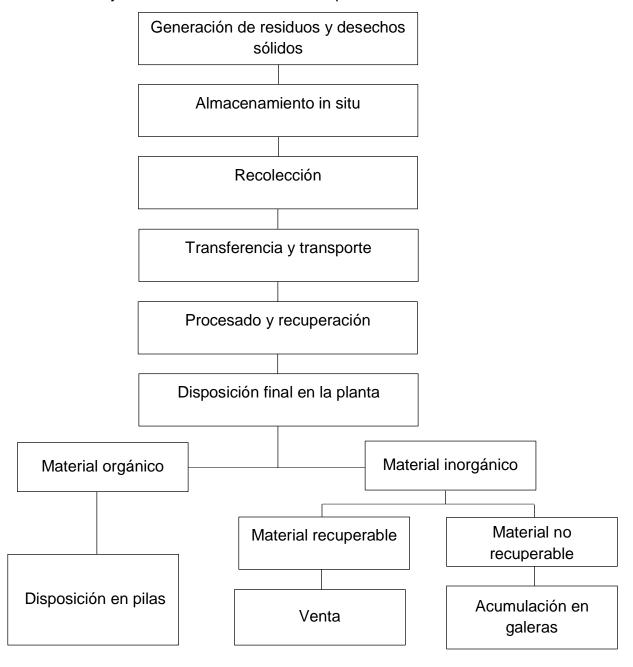
**Cuadro No. 2.** Sanciones establecidas en el reglamento de manejo de residuos y desechos sólidos.

No.	DESCRIPCIÓN DE LA FALTA O INFRACCIÓN	POR AVISOS	MULTA
	Por entregar residuos sólidos al	Se procederá a una llamada	
	tren de aseo municipal sin	de atención por escrito.	
	atender la clasificación y	Si el infractor reincide en la	
1	requerimientos dispuestos por	falta de lo estipulado en el	Q 250.00
	la Municipalidad.	numeral uno que antecede,	
	Por quemar residuos sólidos en	se le aplicará una multa de:	
	vías públicas o privadas.		
	Por abandonar animales	Notificación por cobro de	Q 250.00 a
2	muertos, excretas y contaminar	multa.	Q 500.00
	la vía pública.		Q 300.00
	Por depositar residuos de	Se procederá a una llamada	
	construcción en parques, plazas,	de atención por escrito.	
3	calles y cualquier lugar de uso	Si el infractor reincide en la	Q 500.00
	público. Por depositar residuos	falta se le aplicará una multa.	
	sólidos en cuerpos de agua.		
	Por habilitar y operar áreas	Se procederá de inmediato al	Q 500.00 a
4	privadas con fines de vertederos	cese de actividades por	
	a cielo abierto de residuos	escrito, si el infractor	Q 2,500.00

No.	DESCRIPCIÓN DE LA FALTA O INFRACCIÓN	POR AVISOS	MULTA
	sólidos.	continuare con la actividad,	
		se le aplicará una multa. De	
		continuar con las actividades	
		de vertedero, se procederá a	
		remitir el caso a las instancias	
		judiciales correspondientes.	
	Por habilitar y operar sistemas	Se aplicará una multa.	
5	de recolección, transporte y disposición final de residuos		Q 500.00 a
	sólidos sin autorización		Q 2,500.00
	municipal.		
	Prestar el servicio de	Notificación por cobro de	
6	recolección de residuos y	multa.	Q 2,000.00
	desechos sólidos sin licencia o		
	concesión vigente.		
	Disposición de residuos sólidos	Un aviso de cobro por parte	
	peligrosos y bioinfecciosos		
	(materiales hospitalarios) de	Poner la multa.	
7	forma independiente sin	Denunciar ante las	Q 5,000.00
	atender a los requerimientos	autoridades competentes.	
	establecidos en el presente		
	reglamento.		

**Fuente:** Reglamento para la administración y funcionamiento del sistema municipal de gestión integral de residuos sólidos de San Marcos La Laguna, 2013.

A continuación se presenta el esquema del actual sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos en el municipio.



**Figura No. 5.** Esquema del proceso del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.

Nota: Realizado con base en entrevista realizada al encargado UMGAR, 2016.

#### V. MARCO TEÓRICO

#### 5.1. Desechos sólidos

Es frecuente la confusión entre los residuos sólidos y desechos sólidos, por lo que cuando se refiere a desechos sólidos se trata del material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser reutilizado, recuperado o reciclado. Básicamente la diferencia entre ambos conceptos radica en que todo material o resto que pueda ser nuevamente utilizado a través de un adecuado proceso de reciclaje se denomina residuo, éste se transforma en materia prima generando un beneficio económico y una protección al ambiente, mejorando la calidad de vida. (Zamora, J.; 2013)

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2005), los desechos sólidos están compuestos por desechos orgánicos (producto de la comercialización, el transporte, la elaboración de los alimentos y excedentes de comida y restos de material vegetal), papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables e inorgánicos como vidrio, plástico, metales, y materiales inertes. Provienen de actividades del ámbito doméstico, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios.

De acuerdo con Netherlands Development Organization y Palmas Aceiteras de Honduras (SNV y HONDUPALMA, 2011), reciben el nombre de residuos aquellos objetos que han dejado de desempeñar la función para la cual fueron creados, se considera que ya no sirven porque no cumplen su propósito original; y, por tal motivo, son eliminados. Sin embargo, éstos pueden ser aprovechados si se manejan de forma adecuada. Ahora bien, un desecho es un producto resultado de las actividades humanas que ya no tiene valor ni utilidad, y es llevado directamente a un botadero.

#### 5.1.1. Desechos sólidos municipales (DSM)

Los desechos sólidos municipales (DSM), son una masa heterogénea compuesta de los desechos provenientes de las viviendas, el comercio, la industria (pequeña industria y artesanía) e instituciones y los desechos resultantes del barrido de vías y áreas públicas, cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales (Jaramillo, J.; 1999.).

Los desechos sólidos municipales son conocidos comúnmente como basura, están compuestos por desechos orgánicos (producto de la comercialización, el transporte, la elaboración de los alimentos y excedentes de comida y restos de material vegetal), papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables e inorgánicos como vidrio, plástico, metales, y material inerte. Los DSM provienen de las actividades que se desarrollan en el ámbito doméstico, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como de residuos industriales que no se derivan de sus procesos. (MARN, 2005).

Derivan de operaciones de mantenimiento de las instalaciones municipales, incluyendo los desechos de barrido de las calles, residuos de jardinería y vehículos abandonados. (Duarte, F.; 2008).

#### 5.1.2. Residuos sólidos domiciliares (RSD)

Los residuos sólidos domiciliares comúnmente son llamados basura, por tratarse de materiales que aparentemente no se necesitan y son considerado inservibles. Sin embargo, esta noción ha cambiado y hoy se habla de residuos, por tratarse de subproductos que pueden adquirir valor en sí mismo a través de prácticas como el reciclaje. Según sus características físicas, se clasifican en sólidos, líquidos y gasesos; y por su origen en desechos orgánicos e inorgánicos. (Mackenzie, L. y Susan J.; 2005.).

La basura o desperdicio generado en viviendas, locales comerciales y de expendio de alimentos, hoteles, colegios, oficinas y cárceles, además de aquellos desechos provenientes de podas y ferias libres. Por lo tanto, los RSD totales generados tienen un doble componente, por un lado la fracción que sigue su curso a un relleno sanitario, y otra que continúa su curso hacia el reciclaje. (Jaramillo, J. 1999).

Si los componentes de los residuos no se separan cuando se desechan, entonces la mezcla de éstos se conoce como residuos sólidos domésticos no seleccionados. (Duarte, F.; 2008).

# 5.1.3. Clasificación de los desechos sólidos por su origen

Existen diversas clasificaciones para los desechos sólidos basadas en su origen hasta las características existentes en su disposición final, así como los diferentes usos de los materiales, su biodegradación, combustión, reciclaje, entre otros. Todos estos factores intervienen en los criterios para su clasificación, es por esta razón que existen algunas discrepancias entre unas y otras clasificaciones. (Barradas, 2009).

### **5.1.3.1. Orgánicos**

Una de las clasificaciones de desechos más reconocidas es la de desechos sólidos orgánicos, llamados así a los materiales residuales que en algún momento tuvieron vida, formaron parte de un ser vivo o se derivan de los procesos de transformación de combustibles fósiles. (México, 2005).

Según Mackenzie, L. y Susan J. (2005), es un residuo de procedencia animal y vegetal que resulta del manejo, preparación, cocinado y servido de alimentos la mayor parte de materia orgánica degradable y húmeda. También tiene pequeñas cantidades de líquidos libres, esta clase de residuos se descompone

con mayor rapidez en climas templados y puede producir pronto olores desagradables. Tiene cierto valor comercial como alimentos para animales o como base para abonos orgánicos.

# 5.1.3.2. Inorgánicos

Son desechos que fueron elaborados con material incapaz de descomponerse y que llevan un tiempo considerable en hacerlo, inclusive se deben someter a diferentes procesos industriales para que vuelvan a ser materiales utilizables. (Mackenzie, L. y Susan J.; 2005).

Dentro de los desechos inorgánicos se pueden mencionar los plásticos, el vidrio (unos 1000 años) y por supuesto los metales. Una colilla de un cigarro se descompone a los 5 años. (Fraume, N.; 2008).

Otros materiales tienen el problema de ser compuestos en su elaboración con la mezcla de varios productos, lo que hace que sea muy difícil su reciclaje. Este tipo de materiales, como los tetrabriks, acaban pasando al pilón de los desechos sólidos inorgánicos. (Fraume, N.; 2008).

### a. Clasificación de residuos inorgánicos:

- Recuperables: Son los residuos que pueden reciclarse y comercializarse, como por ejemplo: vidrios, plásticos, latas, alambres, entre otros. (Roldan, P.; 2009).
- No Recuperables: No recuperables o comunes, son los desechos que no son degradados naturalmente, provienen de minerales y productos sintéticos, como por ejemplo: pañales desechables, empaques de galletas, bolsas plásticas, entre otros. (Roldan, P.; 2009).

# 5.2. Gestión integral de residuos y desechos sólidos

La gestión integral de residuos y desechos sólidos inicia con el proceso de generación, recolección, el transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desechos, ellos son los materiales producidos por la actividad humana, dicha gestión busca reducir sus efectos sobre la salud y el ambiente. La gestión de los desechos es también llevada a cabo para recuperar los propios recursos de dichos procesos. (Carreaga, J.; 1993).

La gestión integral es definida como la disciplina asociada al control del manejo de residuos y desechos (reducción de la fuente, reutilización, reciclaje, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final) de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, que responde a las expectativas públicas (Duarte, F.; 2008).

#### 5.2.1. Generación

Es la primera actividad relacionada al proceso de gestión de residuos y desechos sólidos en sí, considerando esta actividad como la acción de producirlos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo, por medio de un generador, que puede ser una persona productora. (Fraume, N.; 2008).

La generación de residuos y desechos sólidos es el indicador más importante para dimensionar la escala que deben tener los distintos servicios del manejo de los mismos y prever las dificultades que se encontrarán en los procesos (especialmente es un parámetro muy importante para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de recolección y disposición final). (Fraume, N.; 2008).

Parte de un manejo integral de desechos incluye la separación, esta puede ser primaria y secundaria, la primaria toma en cuenta la segregación de los residuos y desechos sólidos de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, la separación secundaria segrega entre sí los residuos sólidos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles a ser valorizados, para posteriores procesos de reciclaje. (Barradas, 2009).

# 5.2.2. Recolección y transporte

Esta actividad incluye la recolección de los residuos y desechos sólidos, de materiales reciclables y el transporte al lugar donde se descargarán los residuos. Este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, de tratamiento, una estación de transferencia o un relleno sanitario. La recolección y transporte es la actividad más costosa del servicio de aseo urbano, en la mayoría de los casas representa entre el 80% y 90% del costo total del servicio. (Jaramillo, J.; 1999).

El traslado de los residuos y desechos sólidos desde un vehículo de recolección pequeño a uno de mayor capacidad. En algunos sitios, donde la distancia desde el punto de recolección hasta el punto de disposición final es a menudo de más de 20 km, o el tiempo se toma más del 15% de la jornada de trabajo, tiene implicaciones económicas sobre el sistema, es decir, el servicio es más costoso. Cuando hay que recorrer largas distancias, normalmente se utilizan las estaciones de transferencia y medios de transporte viales, férreos y barcazas. (Jaramillo, J.; 1999).

La recolección de residuos y desechos sólidos es un proceso que se efectúa de diferentes formas, en Guatemala, existe la recolección domiciliar, donde una empresa privada o recolectores individuales pasan de puerta en puerta de las viviendas para recolectar sus desechos, ya sea con camión recolector o una carretilla, a un costo relativamente bajo, en algunos casos los días de

recolección están establecidos; pero este sistema cubre un mínimo porcentaje de la población, ya que los pobladores se encargan de la recolección y disposición de sus propios desechos. (Fraume, N.; 2008).

# 5.2.3. Procesado y recuperación

Procesado y recuperación: el elemento funcional de procesado y recuperación incluye todas las técnicas, equipo e instalaciones usadas para mejorar la eficiencia de los otros elementos funcionales y para recuperar materiales utilizables, conversión de productos o energía de desechos sólidos. (Tchobanoglous, G.; 1999).

En la recuperación de materiales las operaciones de separación han sido ideadas para recuperar recursos valiosos de los desechos sólidos mezclados, entregados a las estaciones de transferencia o plantas de procesado de desechos sólidos. (Tchobanoglous, G.; 1999).

Estas operaciones incluyen reducción de tamaño y separación de densidad mediante clasificadores de aire; una posterior separación puede incluir dispositivos magnéticos para extraer hierro, separadores de corriente en contra flujo para aluminio y mallas para vidrio. También pueden ser reusados: la flotación, separación por inercia, y otras operaciones unitarias de la industria metalúrgica. (Theisen, H.; 1999).

La selección de cualquier proceso de recuperación es una función económica costo de separación versus valor de los materiales recuperados o productos debido a que los precios fluctúan ampliamente; en cualquier análisis económico se deben considerar estimativos de los precios máximos y mínimos. (Eliassen, R.; 1999).

# 5.2.4. Disposición final

Es la última etapa operacional en el sistema de gestión de residuos y desechos sólidos. La disposición final de residuos y desechos sólidos, es el último destino de los materiales, bien sean desechos urbanos recogidos y transportados directamente al lugar de descarga, o materiales residuales de instalaciones de recuperación o rechazos de la combustión de residuos sólidos o compost u otras sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento de residuos sólidos. (Jaramillo, J.; 1999).

Los vertederos municipales, provinciales, locales, los diferentes tipos de relleno sanitarios, plantas de tratamiento y de recuperación. Todas estas instalaciones deben contar con las condiciones higiénico – sanitarias, ambientales, de protección y seguridad. (Betancourt y Pichs.; 2004).

Los residuos y desechos sólidos no recolectados se constituyen en uno de los grandes factores que ejercen presión al ambiente. Los mismos suelen alimentar los basureros clandestinos tanto del área rural como urbana, aunque una buena proporción de los hogares posee el hábito de quemarla o enterrarla. Estos últimos fenómenos suceden con mayor frecuencia en el ámbito rural, en donde mayores extensiones de superficie y la dispersión de las viviendas son propiciadoras de éstas prácticas. (Fraume, N.; 2008).

Como parte de la última fase de un sistema de gestión integrada de residuos y desechos sólidos se encuentra el relleno sanitario, el cual es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. (Jaramillo, J.; 1999).

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y

compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica. (Jaramillo, J.; 1999).

# 5.2.5. Tratamiento de los residuos y desechos sólidos

De acuerdo con Barradas, (2009), los residuos y desechos sólidos municipales deben ser tratados de la siguiente manera:

# 5.2.5.1. Orgánicos:

Éstos pueden ser sometidos a dos clases de procesos:

#### a. Anaerobio

Es un proceso biológico acelerado artificialmente, que tiene lugar en condiciones muy pobres de oxígeno o en su ausencia total, sobre substratos orgánicos. Como resultado se obtiene una mezcla de gases formada por un 99% de metano y dióxido de carbono y un 1% de amoníaco y ácido sulfhídrico. El gas combustible, metano, permite obtener energía.

# b. Aerobio

El compostaje es la transformación biológica de la materia orgánica en productos húmicos conocidos como compost y que se emplean como fertilizante. Se realiza en presencia de oxígeno y en condiciones de humedad, pH y temperatura controladas.

El compost se puede obtener a partir de dos tipos de materiales, Residuos domésticos y de jardín, en el primer caso es preciso haber separado previamente la materia orgánica para que no presente ninguna clase de impurezas ni lleve restos de medicinas, sustancias tóxicas, etc.

En primer lugar se procede a su molido y después se dispone en hileras de dos metros y medio a cielo abierto. Los montículos son volteados periódicamente con el fin de facilitar la oxigenación y evitar su fermentación anaerobia. El volteo llega a hacerse hasta dos veces por semana mientras la temperatura se mantiene alrededor de 55°C y el grado de humedad de la hilera es de entre el 50% y el 60%.

A partir del tercer volteo la temperatura se mantiene en los 25°C indicando que ya ha finalizado la fermentación. Esto ocurre transcurridas tres o cuatro semanas.

Después se deja otro período equivalente para que se cure, luego se procede a su afino retirando cualquier clase de resto (partículas metálicas, trozos de vidrio, entre otros) que pudiera haber quedado.

Existen otras variantes a cielo abierto como la pila estática aireada. Por último se han desarrollado sistemas a cubierto con el fin de optimizar el proceso y sobre todo evitar malos olores.

# 5.2.5.2. Inorgánicos

#### a. Recuperable

Éstos son tratados mediante el proceso de reciclaje, donde los materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas.

Los objetivos del reciclaje son:

- 1. Conservar o ahorrar energía.
- Ahorrar recursos naturales.
- 3. Disminuir el volumen de residuos que llegan al relleno sanitario.
- 4. Disminuir la contaminación.
- 5. Alargar la vida de los materiales aunque sea con diferentes usos.

El reciclaje permite ahorrar recursos, disminuir la contaminación, alargar la vida de los materiales, ahorrar energía, evitar la desforestación, reducir el 80% del espacio que ocupan los desperdicios al convertirse en basura, ayudar a que sea más fácil la recolección, tratar de no producir toneladas de basura diariamente que terminan sepultadas en rellenos sanitarios.

# b. No recuperable

Son los materiales sobrantes de la construcción y la demolición, piedras, escombros, tierras, cenizas, entre otros.

Los desechos inertes pueden utilizarse para relleno de algún área específica, en caso contrario van directamente al relleno sanitario.

# 5.2.6. Cobertura del servicio a nivel municipal

# 5.2.6.1. Cálculo de la cobertura del servicio

Según el MARN (2005), el indicador de cobertura de servicio mide en forma de porcentaje la relación que existe entre la cantidad de población con alguna forma de servicio de recolección de basura y la población urbana total.

El mismo precisa el porcentaje de sectores o zonas que cuentan con los servicios de recolección, barrido, transferencia y disposición final. (MARN, 2005).

De acuerdo con el MARN, (2005). La fórmula utilizada para el cálculo de la cobertura de recolección es la siguiente:

Donde:

Cr = Cobertura de recolección de desechos sólidos.

Vser = Número de viviendas con servicio.

Hpro = Número de habitantes por vivienda.

Thu = Población urbana total.

### 5.3. Valoración económica ambiental

Valorar económicamente al ambiente supone el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicio proporcionados por los recursos ambientales, independientemente de la existencia de precios de mercado para los mismos. Esto quiere decir que la necesidad de la valoración excede largamente al trabajo que hace el mercado otorgando precios y asignando recursos dentro de la economía. (Tomasini, D.; 2000).

La valoración puede servir para señalar los cambios en la dotación de recursos ambientales: su escasez relativa o absoluta. La economía es la ciencia que administra los recursos escasos, por tanto, podrá proporcionar las herramientas adecuadas para tomar decisiones entre alternativas, para lo que se necesitará un indicador de importancia relativa. Los valores comparativos de acciones alternativas proveen guías para las elecciones y decisiones. (Tomasini, D.; 2000).

La valoración económica ambiental contempla un conjunto de métodos que permiten medir, expresar en una unidad común, las pérdidas y ganancias económicas para la sociedad; a partir de la protección, restauración y recuperación y conservación o por el contrario, los costos de deteriorar o destruir los recursos naturales y ambientales. (Rozo, C.; 2010).

El proceso de valorar económicamente el medio ambiente se da a través de la medición y cuantificación de la calidad ambiental. Los cambios que se presentan en los niveles de calidad del ambiente o de los recursos naturales generan cambios en el bienestar de los individuos o consumidores. Sin

embargo, el consumidor desconoce el valor de su utilidad. Lo único que puede hacer es identificar si se siente mejor o peor después del cambio ocurrido en la calidad ambiental. Por lo tanto, el consumidor sabe cuál nivel de utilidad es superior y cuál inferior, producto del deterioro o mejora en la calidad ambiental, aunque no sepa el valor de cada uno de éstos niveles de utilidad. (Azqueta, 1994).

El principal objetivo de la valoración como medio es facilitar la toma de decisiones en materia de manejo, consiste en poner de manifiesto la eficiencia económica global de los distintos usos excluyentes de los recursos. En otras palabras: los recursos deben asignarse a los usos que reporten ganancias netas a la sociedad, lo que se evalúa comparando los beneficios económicos de cada uso menos sus costos. (Tomasini, D.; 2000).

#### 5.4. Métodos de valoración económica ambiental

En el marco de la economía ambiental, se pueden distinguir cuatro métodos de valoración económica del ambiente, éstos son: 1. Método de costos evitados o costos inducidos, 2. Método de costos de viaje, 3. Método de los precios hedónicos y 4. Método de valoración contingente. Los tres primeros métodos son considerados de preferencias relevadas y el último es un método de preferencias declaradas, o alternativamente, métodos indirectos y método directo. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

Los métodos directos e indirectos se ubican en una perspectiva temporal diferente. Mientras los métodos indirectos intentan inferir la valoración que hacen las personas en un hecho que ya ocurrió a partir de la observación de su conducta en el mercado el método de valoración contingente y sus variantes presentan una situación hipotética que aún no se ha producido. Asimismo, es importante señalar que en condiciones de incertidumbre la utilidad que una persona espera percibir de un determinado servicio ambiental sin conocer aún

el estado de naturaleza que lo acompañará, puede variar significativamente de la que recibirá una vez que la incógnita desaparezca. (Cristeche, E.; y Penna, J.; 2008).

El objetivo último de la valoración económica de impactos ambientales consiste en averiguar cómo puede traducirse en unidades monetarias el cambio originado en el bienestar de las personas, al alterarse la calidad del medio ambiente. El paso restante, en la evaluación económica del medio ambiente deberá consistir en desarrollar procedimientos apropiados para identificar, en situaciones reales, las medidas monetarias teóricas de los cambios en el bienestar originados por las transformaciones ambientales. El conjunto de procedimientos que persiguen este objetivo se conoce como métodos económicos de valoración ambiental. (Herruzo, C.; 2002).

#### 5.4.1. Métodos de valoración indirecta

#### a. Método de costos evitados o costos inducidos

Según Cristeche, E. y Penna, J., (2008). Este método corresponde al típico caso en que el bien o servicio ambiental bajo análisis no se comercia en el mercado, pero está relacionado con un bien que sí lo es, o sea, que posee un precio; y que el vínculo entre ambos radica en ser sustituidos en el marco de una determinada función de producción. En éste contexto se admiten dos posibilidades:

 El bien o servicio ambiental es un insumo más dentro de la función de producción ordinaria de un bien o servicio privado. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008). 2. El bien o servicio ambiental forma, junto a otros bienes o servicios, parte de la función de producción de utilidad de un individuo o una familia. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

Este método no proporciona las medidas estrictas de valor económico que son basados en la disponibilidad a pagar de los individuos por un bien o servicio.(Herruzo, C.; 2002).

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, (M.A.V.D.T., 2003), el método requiere como paso inicial la delimitación del bien o servicio ambiental proporcionado, que incluye aspectos concernientes a cómo se proporcionan, a quién se proporcionan y el nivel proporcionado; por ejemplo, en el caso de protección contra la inundación, esto implicaría las predicciones de posibles inundaciones, así como los impactos potenciales sobre las propiedades aledañas.

El paso a seguir es estimar el daño potencial a la propiedad, a lo largo de algún período de tiempo. Finalmente se calcula el valor monetario del daño potencial a la propiedad o costo para evitar el daño. (M.A.V.D.T., 2003).

# b. Método de costo de viaje

La realización de gran número de mejoras en el medio natural permite ampliar las oportunidades de recreo de lugares específicos o incluso de regiones enteras. Si bien la importancia de las actividades recreativas de naturaleza ambiental en el medio rural es cada día más grande, su valor económico resulta difícil de medir ya que su consumo se encuentra regulado solo en parte por los mecanismos de mercado. En estos casos los modelos de demanda recreativa, de los que forma parte el método del costo de viaje, resultan útiles para estimar aquellos beneficios sociales originados por la práctica de estas actividades. (Herruzo, C.; 2002).

A diferencia del método de costos evitados, este método consiste en analizar la relación entre bienes y servicios privados y ambientales complementarios. El ejemplo típico de este tipo de relación complementaria es el consumo de los servicios ambientales que puede proveer un bosque, un Parque Nacional o una Reserva Natural, y el consumo de otros bienes privados como el costo de viaje, el costo de entrada al lugar (en caso de que se cobrara), el tiempo de viaje, la estadía, entre otros. En estos casos, lo que se obtienen son estimaciones de los valores de uso asociados con ecosistemas y sitios destinados a actividades de recreación. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

Este método también supone funciones de utilidad débilmente separables. En comparación con el método de valoración, el método del costo de viaje se basa en las actividades que la gente realiza, en lugar de lo que la gente declara. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, (2003). El método de costo de viaje se puede utilizar para estimar los costos y los beneficios resultantes de:

- Cambios en los costos de acceso a un sitio donde se desarrollan actividades recreativas.
- La eliminación de un determinado espacio natural que provee servicios de recreación.
- La creación de un nuevo sitio recreativo.
- Cambios en la calidad del ambiente de un sitio recreativo.

Para poder aplicar este método es preciso contar con información acerca de la utilización real del entorno natural bajo estudio y luego, compararlo con el costo pagado para poder hacerlo. (M.A.V.D.T., Colombia; 2003).

Este método parte de la premisa de que el tiempo y el dinero empleados para realizar el viaje al sitio bajo estudio representa el precio de acceso al mismo. Por consiguiente, la disposición a pagar para visitar el sitio se puede estimar a partir del número de visitas que realiza la gente incurriendo en diversos costos de viaje. (M.A.V.D.T., Colombia; 2003).

# c. Método de precios hedónicos

El enfoque hedónico se aplica bajo el supuesto que algunos bienes de la economía se caracterizan por un grado de heterogeneidad que determina su valor, como es el caso de las viviendas, la tierra y los salarios. (M.A.V.D.T., Colombia; 2003).

Tiene como finalidad diferenciar todos los atributos que posee un bien, tratar de valorarlos independientemente y estimar cuánto inciden en el precio total del bien. En este sentido, ésta metodología lo que hace es asociar el precio de un bien mercadeable con las características que éste posee, dentro de las cuales están los atributos ambientales. (M.A.V.D.T., Colombia; 2003).

El método de precios hedónicos es utilizado para calcular el valor económico de bienes y servicios del ecosistema que afectan de manera directa a los precios de mercado. Este método parte de los mismos supuestos que el método de los costos de viaje en cuanto a funciones de utilidad débilmente separables, lo que implica que la demanda por ciertos atributos ambientales sea independiente de la demanda de otros bienes y complementariedad débil entre el bien ambiental y el bien privado. La característica distintiva que presenta este método es que el bien ambiental es una característica o atributo de un determinado bien privado. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

La idea subyacente a la técnica de los precios hedónicos es que, si un bien está en realidad constituido por un conjunto de atributos, entonces su precio de

mercado deberá ser un agregado de los precios individuales de todos ellos. En el contexto de la valoración ambiental, el método de los precios hedónicos persigue identificar aquellos atributos o características ambientales de un activo que conforman su precio de mercado. (Herruzo, C.; 2002).

Este método se ha utilizado frecuentemente para medir el impacto de la calidad de aire, el nivel de ruidos, o la proximidad de zonas verdes en el precio de las viviendas urbanas. (Herruzo, C.; 2002).

Para la aplicación, por ejemplo; se toma una vivienda como el bien en donde se agrupan una serie de características que son posibles de aislar unas de otras: características estructurales, características del vecindario y atributos del entorno ambiental. Éstos son los determinantes del precio total de la vivienda, por lo que se podrán estimar, el valor de cada uno de los diferentes atributos. Se trata de cuantificar como la presencia de características ambientales influye en el precio de una vivienda. (M.A.V.D.T., Colombia; 2003).

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, (2003), esta metodología puede ser utilizada para determinar los costos y beneficios económicos asociados con:

- La calidad de un bien o recurso natural, en donde se contempla la contaminación del aire o el ruido.
- La provisión de servicios ambientales, como la proximidad a sitios recreacionales

#### 5.4.2. Método de valoración directa

# a. Método de valoración contingente

Este método se distingue de todos los expuestos previamente por ser el único método directo o hipotético. En otras palabras, este método a diferencia de los anteriores indirectos u observables tiene como objetivo que las personas declaren sus preferencias con relación a un determinado bien o servicio ambiental, en lugar de realizar estimaciones sobre la base de conductas que se observan en el mercado. Asimismo, el método de valoración contingente es el único que permite calcular el valor económico total de un bien o servicio ambiental, dado que es capaz de estimar tanto valores de uso como de no uso, siendo estos últimos los responsables de su gran difusión debido a que ningún otro método puede capturarlos. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

El método de valoración contingente consiste en el uso de encuestas que contienen un cuestionario estructurado en el que se le pregunta a las personas beneficiadas o perjudicadas por un determinado proyecto, cuánto estarían dispuestas a pagar por obtener un determinado beneficio o por evitar la experimentación de un perjuicio de carácter ambiental. Alternativamente, se puede considerar la posibilidad de preguntar qué compensación exigirían en caso de renunciar a un determinado beneficio o de tolerar un perjuicio. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

Es uno de los métodos más populares para estimar los beneficios derivados de los bienes y servicios no mercadeables. Su aplicación se hace necesaria cuando, el bien o servicio a evaluar no se asocia con ningún otro que posea mercado, dada esta imposibilidad, es necesario recolectar información a través de preguntas directas a usuarios o servicios del bien, con lo que se crea un mercado hipotético, por medio del cual se busca la estimación de un precio para el bien en cuestión. (M.A.V.D.T., Colombia; 2003).

El cuestionario simula un escenario equivalente al mercado real y contiene sus elementos de oferta (entrevistador) y de demanda (entrevistado). El mercado hipotético creado permite conocer las preferencias de los usuarios respecto a los cambios ambientales previstos y, en última instancia, el valor económico que el usuario medio otorga al bien o servicio en cuestión. Este método puede ser utilizado para valorar todo tipo de bienes y servicios ambientales. (Herruzo, C.; 2002).

La aplicación del método generalmente tiene como objeto la estimación de la función de demanda de un bien que no posee un mercado donde pueda ser transado ni posea relaciones de sustitución o complementariedad con otros bienes privados. Este último sería el caso en que nos enfrentamos a funciones de utilidad estrictamente separables, por tanto no queda otra opción que preguntarle a las personas directamente por la alteración en el bienestar experimentada o esperada. No obstante, este método es teóricamente aplicable a todos los casos de valoración ambiental. (Cristeche, E. y Penna, J.; 2008).

#### 5.5. Relación costo-beneficio

El análisis costo-beneficio (ACB) es un método de evaluación económica que consiste en la identificación, medida y valoración en términos monetarios de los costos y beneficios sociales de diversas opciones o alternativas. El análisis costo-beneficio pretende ser un instrumento auxiliar en la toma de decisiones que intenta medir la eficiencia de dichas alternativas. (López, G. y Vergara, J.; 2013).

El análisis costo-beneficio, es el más tradicional en el ámbito de la evaluación de programas públicos, ya que permite comparar con la alternativa "no hacer nada" (prestar un servicio o no prestarlo). (Gómez, G.; 2004).

Según Castillo, H. (2012), se calcula dividiendo, el valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos. Al utilizar este criterio, se requiere que la razón sea mayor que 1, para establecer la viabilidad del servicio. Para determinar la relación, se emplea la siguiente fórmula:

Tasa costo beneficio=

Valor presente de los beneficios

Valor presente de los costos

#### 5.5.1. Costo

Son costos todos los insumos, bienes o recursos en que es necesario incurrir para implantar y poner en operación la solución tecnológica propuesta (alternativa), con el fin de generar el flujo de beneficios esperados. (Castañer, J; 2014).

Los costos de en que incurre la organización por la compra de equipo se denominan costos fijos y existen independientemente del nivel de producción. Los costos variables son los que corresponden a los factores o recursos productivos variables. Estos costos aumentan o disminuyen con el nivel de producción. Un último tipo de costos que afectan en la prestación de un servicio son los costos medios. Estos son los costos totales divididos por la producción o servicio prestado. Debe tenerse en cuenta que se incluyen solo los costos "económicos" que implican uso real de recursos en el proyecto. (López, G. y Vergara, J.; 2013).

# 5.5.2. Beneficio

Por un lado se entiende como la diferencia entre los ingresos resultantes de las ventas de los productos y los gastos que ocasiona su producción. Y por otro lado el término beneficio se utiliza también en un sentido más amplio para

designar los efectos positivos de una actividad para un individuo o para la sociedad (beneficio privado y beneficio social). (Gómez, G.; 2004).

Existe una gama de servicios y/o proyectos en los que el beneficio no se identifica con claridad (o no es fácil medirlo) en el momento de la percepción del producto o en el ámbito de la entrega de la infraestructura en el lugar. En muchos de estos casos es necesario "seguirle la pista al producto" y ubicar los impactos generados como consecuencia de su uso, ya que allí se visualiza con mayor facilidad el beneficio. (López, G. y Vergara, J.; 2013).

Cuando los beneficios son de naturaleza diversa deben utilizarse indicadores que reúnan o integren esos beneficios en una sola unidad de medida. Ello implicaría introducir factores de ponderación para reunir conceptos de valor diferente. (López, G. y Vergara, J.; 2013).

# 5.6. Punto de equilibrio

El análisis de punto de equilibrio es una herramienta útil para las funciones administrativas de planeación y toma de decisiones. (Abril, J.; 2003).

En virtud que este análisis muestra la relación que existe entre costos, precios y volumen, es fuente de información de toda la entidad en su conjunto. (Abril, J.; 2003).

Por medio del análisis es posible determinar el número de unidades que se deben vender en el punto de equilibrio; es decir, el número de unidades que se debe vender para que no exista utilidad ni pérdida o para que el ingreso por la venta de esas unidades sea igual al costo de producirlas. (Abril, J.; 2003).

Según Chacón, J. (2009), el análisis del punto de equilibrio a veces llamado análisis de costo-volumen-utilidad es utilizado para:

 Determinar el nivel de operaciones necesarias para cubrir todos los costos operativos.

Evaluar la rentabilidad asociada con los diversos niveles de ventas.

5.6.1. Determinación del punto de equilibrio

Debido a que el principal interés de la administración en la función de planeación es conocer el impacto que los ingresos, gastos y utilidades que ocasionan cambios en los volúmenes de producción, lo primero que debe especificar es la cantidad de equilibrio de la empresa determinada en unidades

físicas. (Abril, J.; 2003).

Según el mismo autor, existen tres métodos para determinar la cantidad de

equilibrio, que son:

Método de Estado de Resultados

Método de Fórmula o Algebraico

Método Gráfico

a. Método de Estado de Resultados

Este método considera al Estado de Resultados (utilizando el sistema de costo

directo) como una herramienta útil para organizar los costos de la empresa en

fijos y variables. (Abril, J.; 2003).

De acuerdo con el mismo autor, la utilidad puede calcularse mediante la

siguiente ecuación:

Utilidad= Ventas - Costos Variables - Costos Fijos

40

b. Método de Fórmula o Algebráico

Según Abril, J. (2003), en esencia, este método reconoce que en el punto de

equilibrio la contribución marginal total es igual a los costos fijos y, por lo tanto,

para obtener el número de unidades para estar en equilibrio, se debe dividir el

costo fijo total entre el margen de contribución por unidad:

Precio de equilibrio en unidades = Costos Fijos Totales

Margen de contribución por unidad

c. Método Gráfico

De acuerdo con Abril, J. (2003), el análisis gráfico contempla que las funciones

de ventas, costos variables, fijos y totales son lineales y además que la

producción es igual a las ventas, es decir que, no hay inventarios. Para

encontrar el punto de equilibrio es necesario considerar que tanto las ventas

como los costos fijos, variables y totales son dependientes del volumen y a

partir de ellas se puede conocer la utilidad:

Utilidad = Ventas – Costos Variables – Costos Fijos

Por lo tanto:

Utilidad = Ventas - Costos Totales

Condición de equilibrio:

0 = Ventas – Costos Totales

41

Entonces el equilibrio se alcanza cuando las ventas son iguales a los costos totales, es decir, en la intersección de la recta que representa la función de ventas con la de costos totales. (Abril, J.; 2003).

Los métodos anteriores se utilizan para determinar el número de unidades que la empresa debe vender para alcanzar una utilidad determinada. (Abril, J.; 2003).

# 5.7. Unidad de análisis, muestreo y marco muestral

La población que se desea estudiar se llama población objeto, y la población estudiada es la población muestreada. (Silva, L.; 1993).

Según Silva, L. (1993), antes de seleccionar la muestra, la población se divide en unidades de muestreo las cuales deben cubrir por entero a la población a interceptarse; en otras palabras, todo miembro de la población objeto o unidad de análisis pertenece a una y sólo una unidad. Una cantidad de muestreo puede contener un conjunto de unidades de análisis. La lista de las unidades reciben el nombre de marco muestral.

#### **5.7.1.** Muestreo

Es una herramienta de la investigación científica, su función básica es determinar qué parte de la realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre el TODO de la que procese (Silva, L.; 1993).

#### 5.7.2. Error de muestreo

Es un proceso inductivo (que va de lo particular a lo general) se asocia inevitablemente a la posibilidad de cometer errores y este es mayor en la

medida que la parte observada sea más pequeña y sobre todo, cuando dicha parte no refleje o "represente" la realidad sobre la que recaen las conclusiones de la inferencia. (Silva, L.; 1993).

El error que se comete debido al hecho de que se sacan conclusiones sobre cierta realidad, a partir de la observación de sólo una parte de ella, se denomina error de muestreo. (Silva, L.; 1993).

#### 5.7.3. Cálculo de la muestra

Según Silva, L. (1993), la ecuación utilizada para determinar el cálculo de la muestra es la siguiente:

n= 
$$z^2$$
  $N * p * q$   $e^2 (N-1) + Z^2 * p*q$ 

#### Donde

n=tamaño de la muestra

N= tamaño de la población de estudio

Z= confiabilidad estadística

p= probabilidad de éxito

q= probabilidad de fracaso

e= error máximo admisible

# 5.8. Estrategias de muestreo probabilístico

Estas son las más utilizadas porque la selección de los participantes está determinada por el azar. La decisión de quién entra y quién no entra en la muestra está regida por reglas no sistemáticas y aleatorias. Hay una buena

posibilidad de que la muestra represente verdaderamente a la población (Salkind, N. J.; 1997).

# 5.8.1. Muestreo aleatorio simple (M.A.S.)

Según Reyes, L. (2011). Es aquel en que cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para integrar la muestra.

Una muestra simple aleatoria es aquella en que sus elementos son seleccionados mediante el muestreo aleatorio simple. (Reyes, L.; 2011).

Una muestra aleatoria simple es seleccionada de tal manera que cada muestra posible del mismo tamaño tiene igual probabilidad de ser seleccionada de la población. (Reyes, L.; 2011).

Llamamos muestreo aleatorio simple al que se utiliza con reemplazamiento, consistente en seleccionar **n** elementos de entre **N** que componen la población, de tal forma que todas las muestras de tamaño **n** que se puedan formar tengan la misma probabilidad de salir elegidas y las mismas sean independientes. (Reyes, L.; 2011).

#### a. Método de selección en el MAS

Es el tipo más común de procedimiento de muestro probabilístico. Aquí cada miembro de la población tiene una probabilidad igual e independiente de ser seleccionado como parte de la muestra. Las palabras claves aquí son iguales e independientes. Igual, porque no existe alguna predisposición a escoger una persona en lugar de otra. Independiente, porque el hecho de escoger un elemento no predispone que se investigue en favor o en contra de escoger del mismo. (Salkind, N.J.; 1997).

Si selecciona una muestra tamaño *n* de una población de **N** unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida de *n/N*, algunas son, sencillas y de fácil compresión, calculo rápido de medias y varianzas, se basa en la teoría estadística y por lo tanto existen paquetes informáticos para analizar los datos. Las desventajas son: requiere que se posea de antemano un listado completo de toda la población, cuando se trabaja con muestras pequeñas es posible que no represente a la población adecuadamente. (Salkind, N.J.; 1997).

El proceso para el muestreo aleatorio simple es, según Salkind, N.J. (1997):

- a. Definir la población de la cual se desea seleccionar una muestra
- b. Listar todos los miembros de la población
- c. Asignar números a cada miembro de la población
- d. Aplicar un criterio para seleccionar la muestra deseada

#### 5.8.2. Tabla de números aleatorios

Según Salkind N.J., (1997), una tabla de números aleatorios es la herramienta menos predispuesta que se puede utilizar para seleccionar participantes aleatoriamente, es un criterio magnífico, ya que la forma como se generan los números de la tabla carecen totalmente de predisposición. En consecuencia, la probabilidad de seleccionar un número que termine en 1 o en 2 o en 3, etc., es igual. Esto implica que si se relacionan nombres con los números la probabilidad de seleccionar cualquier nombre o número dado es también igual. El procedimiento para el uso de la tabla de números aleatorios es:

 Escoger un punto de partida en algún lugar de la tabla, cerrando los ojos y colocando el dedo o la punta de un lápiz en cualquier parte de la tabla. Al seleccionar el punto de partida de este modo se asegura que no se escoja algún punto de partida específico. 2. Seguir seleccionando los números hasta haber seleccionado el número de la muestra.

Cuadro No. 3. Tabla de números aleatorios

48	49	50	51	50	46	47	56	47	38
53	50	47	46	48	47	48	46	46	50
42	51	51	49	47	51	48	47	42	49
46	48	50	47	48	47	51	56	45	49
45	54	61	46	48	46	46	47	50	34
46	46	51	39	53	55	52	49	47	46
33	40	52	46	44	52	44	54	41	33
48	49	52	42	42	49	47	47	38	48
44	43	44	40	44	45	49	44	43	42
49	49	48	41	51	51	52	42	40	47
37	48	45	46	50	45	47	53	43	47
44	40	46	46	45	48	47	42	47	46
52	53	47	49	46	47	49	42	43	42
43	38	52	50	44	52	44	53	43	45
41	57	47	48	52	53	40	49	40	50
45	42	44	53	57	46	62	47	50	47
45	51	43	45	39	39	41	44	35	41
54	48	51	53	54	42	48	51	37	38
42	37	52	50	45	55	51	46	38	43
53	43	42	39	46	52	53	39	51	40

Fuente: Reyes, L., 2011.

# 5.8.3. Muestreo Sistemático (M.S.)

Otro tipo de muestreo aleatorio es el sistemático, éste es un diseño de muestreo usado a menudo debido principalmente a que simplifica el proceso de selección de la muestra. El muestreo sistemático, se define como una muestra obtenida al seleccionar aleatoriamente un elemento de los primeros k elementos en el marco y después seleccionar cada k-ésimo elemento; se denomina muestra sistemática de 1 en k. (Navarro, J.; 2011).

Las ventajas son, primero que es fácil de llevar a cabo en el campo y por tanto, a diferencia de las muestras irrestrictas aleatorias y las muestras aleatorias estratificadas, está menos expuesto a errores de selección que cometen los investigadores en el campo; segundo, el muestreo sistemático puede proporcionar mayor información que la que puede proporcionar el muestreo irrestricto aleatorio por unidad de costo. Esto puede ser consecuencia del deseo de muestrear de manera "pareja" a lo largo del área de estudio completa (por ejemplo en ecología, todo un hábitat); y tercero, cuando la población está ordenada siguiendo una tendencia conocida, asegura una cobertura de unidades de todos los tipos. (Navarro, J.; 2011).

La desventaja es que la constante de muestreo está asociada con el fenómeno de interés y se pueden hallar estimaciones sesgadas. (Navarro, J.; 2011).

El procedimiento para el muestreo sistemático es el siguiente, según Navarro, J., (2011):

- 1. Conseguir el número total de la población N.
- Determinar el tamaño de la muestra n.
- 3. Definir un intervalo de salto k; K=N/n

- 4. Seleccionar algún "punto de partida, (r= arranque aleatorio)", entre 1 y k, para localizar en el marco. Se requiere conocer el tamaño de la población N para poder seleccionar exactamente k. en este caso, para una muestra sistemática de n elementos de una población de tamaño N, k debe ser un número aleatorio menor o igual que N/n.
- 5. Se selecciona una unidad al azar entre 1 y k, y después se selecciona cada k-ésimo elemento desde el "punto de arranque".

# VI. MATERIALES Y MÉTODOS

# 6.1. Materiales

Cuadro No. 4. Materiales utilizados para la ejecución de la investigación inferencial.

		Costo por	Costo
Cantidad	Descripción	unidad	total
		Q	Q
1	Lapicero	2.00	2.00
1	Libreta de campo	10.00	10.00
1	Cámara fotográfica	349.00	349.00
1	Computadora	3,500.00	3,500.00
-	Transporte	5.00	200.00
1	Memoria USB	50.00	50.00
-	Documentos consultados	-	-
-	Imprevistos (impresiones, fotocopias y hojas adicionales)	-	100.00
	TOTAL		4,211.00

Nota: Realizado con base en cotizaciones efectuadas en comercios de San Pedro La Laguna, Sololá, 2016.

#### 6.2. Métodos

# 6.2.1. Cantidad máxima que la población urbana de San Marcos La Laguna está dispuesta a pagar por el servicio de gestión integral de residuos y desechos sólidos.

Para éste objetivo se utilizó el método de valoración contingente, el cual incluye las siguientes actividades:

1. Redacción de la boleta de entrevista. (Ver anexo 1, página 95).

Con la entrevista a los encargados o representantes de las viviendas se pretende generar información acerca de las características de la población y la situación actual del sistema de gestión integral.

La determinación de la población total se realizó con base a proyecciones del Instituto Nacional de Estadística INE del casco urbano para el año 2016.

#### 2. Determinación de la muestra

De acuerdo con Gutiérrez y de la Vara (2004), a mayor tamaño muestral, existirá mayor representatividad y se acercará más a la realidad. Por lo tanto, se calculó la muestra al 95% de confianza y 5% de error, rango empleado con frecuencia para disminuir costos altos en investigaciones, permitiendo ajustarla a la realidad.

n= z<sup>2</sup> 
$$\frac{N * p * q}{e^2 (N-1) + Z^2 * p*q}$$

#### Dónde:

n=tamaño de la muestra

N= tamaño de la población de estudio (1,043 viviendas)

Z= confiabilidad estadística (95 % = 1.96)

p= probabilidad de éxito (0.50)

q= probabilidad de fracaso (0.50)

e= error máximo admisible (0.05)

# 2.1. Aplicación de la ecuación

La muestra calculada es de 281 viviendas en el área urbana de San Marcos La Laguna.

#### 3. Selección de las viviendas dentro de la muestra.

Con el dato del número de viviendas por barrio obtenido del censo elaborado por la Municipalidad, se enumeró y se realizó una selección utilizando el método de muestreo sistemático en una hoja electrónica de Excel. De acuerdo con Navarro, J., (2011), el procedimiento para el muestro sistemático fue el siguiente:

- Obtención del número total de la población N (1043 viviendas)
- Se determinó el tamaño de la muestra n (281 viviendas)
- Se definió un intervalo de salto K; K= N/n
- $K = 1043/281 = 3.7 \sim 4$

Con base en el k-ésimo elemento, se seleccionaron las viviendas dentro de la muestra (281), distribuidas de acuerdo al porcentaje de cada barrio. (Ver mapa en página 109).

**Cuadro no. 5.** Número de viviendas dentro de la muestra por barrio.

No	Sector	No. Viviendas	% con base al total	Muestreadas
1	Barrio I	199	19%	53
2	Barrio II	316	30%	84
3	Barrio III	528	51%	144
	Total	1,043	100%	281

- 4. Entrevista al representante o encargado de cada vivienda dentro de la muestra. (Ver anexo 1, página 95).
- 5. Tabulación de la información.

#### 6.2.2. Cobertura actual del servicio a nivel urbano

Para el cálculo de la cobertura actual del servicio se desarrollaron los siguientes pasos:

Se aplicó la siguiente ecuación para determinar la cobertura actual del servicio:

Dónde:

Cr = Cobertura de recolección de desechos sólidos.

Vser = Número de viviendas con servicio.

Hpro = Número de habitantes por vivienda.

Thu = Población urbana total.

El número de viviendas con servicio y promedio de habitantes dentro de las mismas fue obtenido mediante encuestas realizadas a la población dentro de la muestra. (Ver anexo 1 en página 95).

El número de población urbana total se obtuvo por medio de proyecciones realizadas con base a datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2002).

# 6.2.3. Punto de equilibrio del sistema de gestión integrada de residuos y desechos sólidos.

Se identificaron las actividades que generan desembolsos y entradas de dinero dentro del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos, para este fin se realizaron las siguientes actividades:

- Se redactaron guías de entrevista dirigidas a los empleados del tren de aseo, el centro de acopio y al director financiero de la municipalidad. (Ver anexo 2 y 3 en páginas 98 y 100).
- 2. Se entrevistó al personal involucrado para obtener referencias de sus labores en el manejo de residuos y desechos sólidos a nivel municipal.
- 3. Se solicitó información al director financiero municipal sobre los ingresos y egresos del sistema.
- 4. Se realizó un balance de ingresos y egresos del servicio de gestión integral de la siguiente manera:
  - Se sumaron todos los costos en que incurre la municipalidad en la prestación del servicio.
  - Se sumaron los ingresos del servicio.

5. Se calculó el punto de equilibrio dividiendo el valor presente de los gastos incurridos en el servicio entre el número de usuarios. Se utilizó la siguiente fórmula:

P.E.= Costos Fijos Totales / Ingresos

# 6.2.4. Propuesta de mejoras al sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos

Las propuestas se realizaron con base a las fases del sistema de gestión de la siguiente manera:

- 1. Fase de recolección y transporte:
  - Se identificaron, mediante observaciones directas y entrevistas a los trabajadores del sistema.
  - Se calcularon los costos de las mejoras a incorporar en las fases antes mencionadas.

#### 2. Fase de tratamiento

Para la identificación de mejoras en esta fase se realizó una entrevista al encargado de la planta de tratamiento (anexo 2, página 103), así como recorridos y observaciones durante el funcionamiento.

# 3. Fase de disposición final

Se entrevistó al encargado de la planta de tratamiento con el propósito de identificar los sitios de disposición final del sistema.

 Con base en las mejoras propuestas en todas a las fases del sistema, se calculó el nuevo punto de equilibrio, el cual sirvió para la propuesta de una nueva tarifa.

#### VII. RESULTADOS

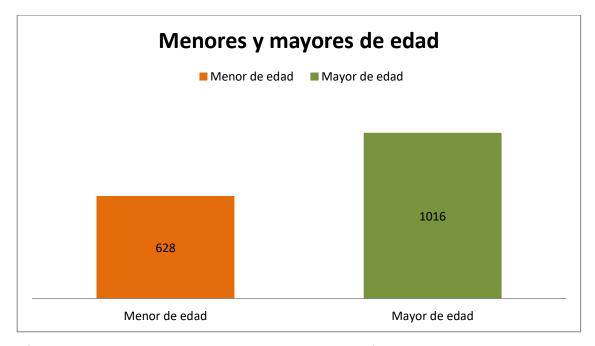
# 7.1. Cantidad máxima que la población de San Marcos La Laguna está dispuesta a pagar por utilizar el servicio

# 7.1.1. Características de la población

A continuación se detallan los resultados de la encuesta realizada a los pobladores del municipio:

#### a. Edad

El número de habitantes mayores de edad (18 años) asciende al 62% (1,016 personas) y los habitantes menores de edad a 38% (628). Según los datos anteriores, el promedio de habitantes por viviendas es de 5, coincidiendo con el promedio definido por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E., 2002).



**Figura No. 6.** Edades de los integrantes de las familias dentro de la muestra del municipio San Marcos La Laguna Sololá.

La cantidad de desechos sólidos generados a nivel municipal crece debido al aumento de la población y avances tecnológicos orientados a satisfacer hábitos de consumo, en la mayoría de ocasiones innecesarios. Para contrarrestar ésta situación es importante iniciar con la educación ambiental enfocada a los habitantes menores de edad para estimularles una cultura de manejo de desechos sólidos y sean ejemplo para la población mayor de edad.

### b. Ocupación de los encuestados

En la siguiente figura se aprecia que el 49% (138) de los encuestados se dedica a actividades domésticas, el 16% (45) de los mismos a la agricultura y el 10% (28) de ellos son estudiantes, como los resultados más representativos. Los programas de educación ambiental deben ir dirigidos a la población que realiza oficios domésticos ya que pueden replicar el aprendizaje con sus familiares.

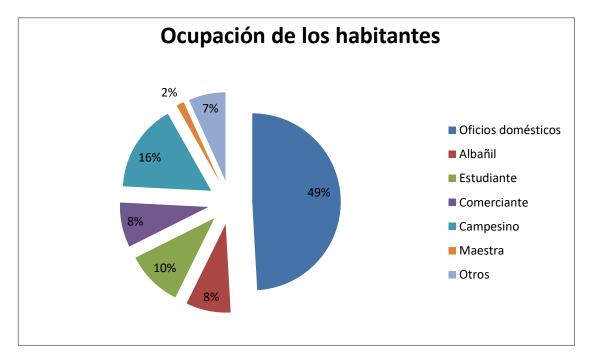


Figura No. 7. Ocupación de los encuestados.

#### c. Nivel académico de los habitantes

La siguiente figura muestra el nivel de escolaridad que tiene la población. Existe un total de 1,644 personas que se encuentran activas en el proceso de aprendizaje; nivel primario 49% (803 personas), nivel básico 27% (446 personas), nivel diversificado 18% (297 personas), nivel universitario 3% (49 personas) y el 3% (49) que no se encuentrn en ningún proceso académico.

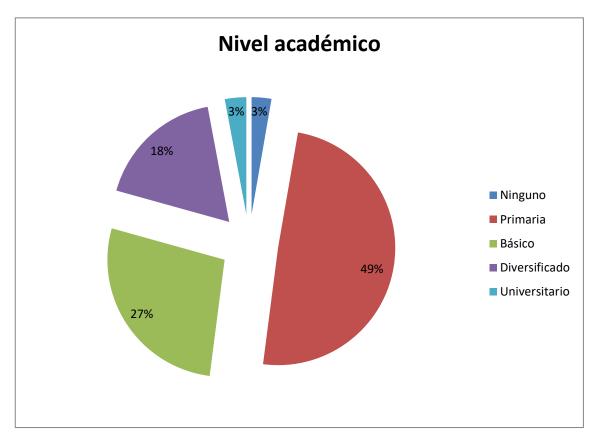


Figura No. 8. Nivel académico de la población dentro de la muestra.

De acuerdo a los datos generados, en el nivel básico y primario se concentran más de la mitad del total de estudiantes, esto permite que los jóvenes sean sensibilizados sobre la importancia del adecuado manejo de los desechos sólidos para lograr la disminución y prevención de la contaminación en el municipio. Así mismo, son los actores directos para el eficiente manejo de los residuos y desechos sólidos, pues cuentan con un criterio en formación, por tal

motivo se les debe involucrar en temas de éste tipo para que su proceso lectivo sea encausado hacia una cultura sustentable.

## 7.1.2. Características del servicio de recolección

#### a. Usuarios del servicio

En la figura no. 9 se aprecia que el 100%, equivalente a 281 viviendas tomadas en cuenta dentro del estudio, utiliza el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos sólidos proporcionado por la municipalidad del municipio.

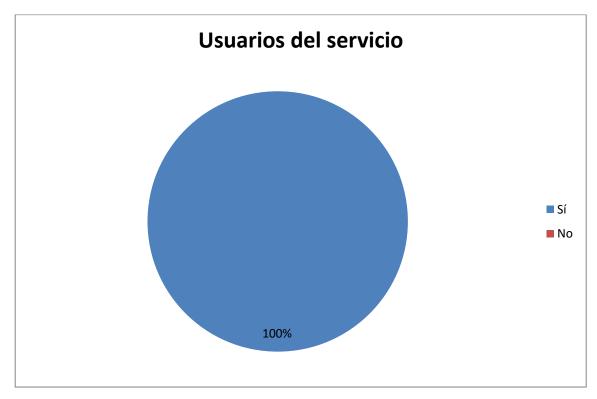


Figura No. 9. Población usuario del servicio.

La población en su totalidad utiliza éste servicio por ser el autorizado por la Municipalidad de San Marcos La Laguna, esto propiciado por una tarifa accesible (Q 1.00 por bolsa recolectada).

La recolección de los residuos y desechos se efectúa a cada 15 días, provocando que la población también practique otro tipo de manejo tales como quema, disposición en la calle o botaderos no autorizados para que éstos sean recolectados por los barrenderos municipales, enterrarlos o disponerlos en un río cercano. Muestra de ello es que a nivel municipal existen 17 botaderos no autorizados; generando molestias a los vecinos, proliferación de plagas y animales que afectan la salud de la población, especialmente a los niños menores de 5 años, contaminación del suelo y agua debido a la escorrentía, entre otros.

#### b. Evaluación del servicio

La figura 10 muestra cómo la opinión pública califica la prestación del servicio. La mayoría de hogares 67% equivalentes a 188, considera que la calidad del servicio es buena ya que representa una manera práctica y fácil de darle el manejo adecuado a sus residuos y desechos sólidos y la tarifa no es elevada; el 26% (73 viviendas) lo considera regular por que no tienen horario fijo y no es constante, el 6% (17) de ellos lo califica como excelente y las 3 viviendas restantes lo califica como malo argumentando que tienen malas relaciones con los operarios del servicio.

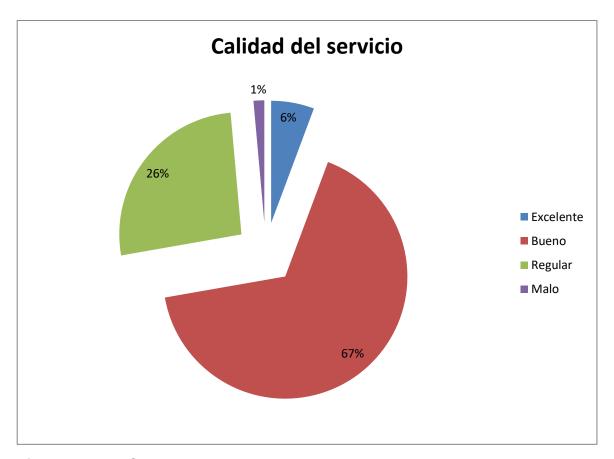


Figura No. 10. Calidad del servicio.

#### c. Análisis del servicio de recolección

Los problemas habituales detectados en el sistema son los siguientes: 34% (95 viviendas) adujo que el servicio no tiene un horario fijo y no es constante lo cual provoca que los habitantes busquen otras formas de disposición, el 29% (81 viviendas) mencionó que los operarios no utilizan equipo de protección personal poniendo en riesgo la salud del personal de servicio, el 13% (36 viviendas) declaró que no se recolectan los desechos en su totalidad esto se ve reflejado en la cantidad de botaderos no autorizados, el 11% (31 viviendas) manifestó que dejan caer desechos en las calles, el 9% (25 viviendas) acusó la mala atención por parte del personal y el restante 4% (11 viviendas) declaró otros problemas entre los que destacan la ausencia de recipientes para

depositar los residuos y desechos y el desconocimiento de las funciones que debería ejecutar el personal.

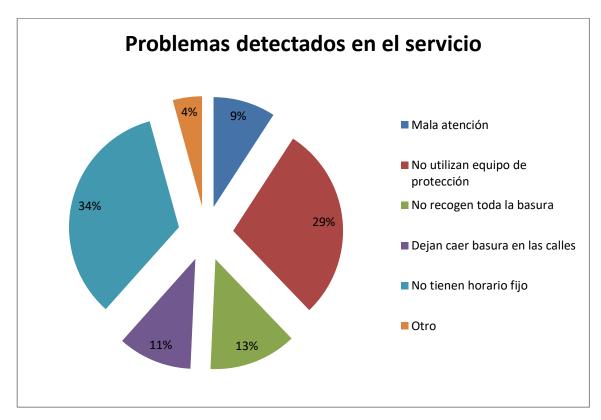


Figura No. 11. Problemas detectados en el servicio.

Dentro de las mejoras que los pobladores mencionaron, destacan: recolección de la totalidad de desechos, respetar el horario de recolección, el personal debe utilizar equipo de protección personal, los empleados deben ser amables con los usuarios, capacitar a los operarios sobre las funciones que debe ejecutar, brindar el servicio con más frecuencia.

La figura 12 presenta la cantidad máxima que la población está dispuesta a pagar por la prestación del servicio municipal de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos generados en el municipio si se hicieran las mejoras anteriormente señaladas.



Figura No. 12. Cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar.

Actualmente se cobra Q 1.00 por bolsa recolectada a nivel domiciliar y Q 5.00 a los comercios; el 94% (264 encuestados) manifestaron que se encuentran en disposición de pagar de Q 1.00 a Q 5.00 al mes por el servicio no importando la cantidad de residuos y desechos y el 16% (17 encuestados) declaró que pagarían entre Q 6.00 a Q 10.00 mensuales.

En la gráfica siguiente se aprecian los porcentajes de la población que está dispuesta a pagar una tarifa mensual por ser usuario del sistema. El 68% equivalente a 191 viviendas mencionó que no está dispuesta a aceptar el cambio a una tarifa mensual argumentando que el servicio es deficiente y prefieren continuar con el mecanismo actual. En contraposición, 32% (90 viviendas) de los encuestados declararon que es necesario pagar una tarifa mensual, ya que con ello propiciarían las mejoras del servicio y evitarían pagar cada día de recolección.

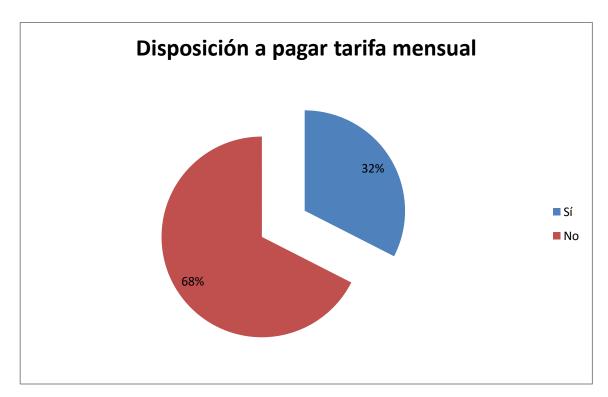


Figura No. 13. Disposición a pagar tarifa mensual.

Los habitantes que no están de acuerdo en pagar una tarifa mensual declaran que es una medida injusta pues no todos utilizan el servicio de igual forma, ya no lo utilizan todas las semanas, mientras otros lo utilizan con más frecuencia.

La población que se encuentra a favor de implementar una tarifa mensual argumenta que beneficiarían al sistema en su totalidad y podrían exigir que el servicio funcione con regularidad y en horarios fijos.

## 7.2. Cobertura actual del servicio a nivel municipal

El municipio de San Marcos La Laguna no cuenta con área rural; por lo tanto, se tomó en cuenta la extensión total del territorio. Administrativamente, el municipio se divide en Barrios, siendo éstos: Barrio I, Barrio II y Barrio III. (Ver mapa en anexo No. 8 página 110).

Con base a los resultados presentados en la figura 9 (pág. 62), se hizo la relación entre la población de estudio y usuarios, tomando en cuenta los datos proyectados de las viviendas a nivel municipal para el año 2016, el cual es de 1,043 hogares y según información recopilada de la encuesta el 100% de la población utiliza el servicio de tren de aseo municipal, este resultado se encuentra influenciado por el pago del servicio (Q 1.00 por bolsa), la frecuencia de recolección (2 veces al mes) y la inconsistencia en el cumplimiento de las fechas y horarios de recolección, obligando a la población a buscar otros métodos para disponer de sus desechos y residuos sólidos.

Por lo tanto en San Marcos La Laguna se cuenta con el 100% de cobertura de recolección de desechos sólidos; lo cual significa que la totalidad de viviendas a nivel municipal utiliza el servicio brindado por la municipalidad.

A pesar de poseer una cobertura de recolección del 100%, en el municipio existen 17 botaderos no autorizados que ocupan 869.5 m², siendo el Barrio I el que cuenta con mayor cantidad (7 botaderos), contrastando con la ubicación en el mismo sector de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

La proliferación de botaderos no autorizados es propiciado por la falta de un horario fijo y la frecuencia de recolección que en condiciones normales se brinda a cada 15 días, de lo contrario se realiza a cada mes; esto obliga a los pobladores a buscar diferentes formas de manejo como utilizar áreas públicas para depositar sus residuos y desechos.

De acuerdo con Mendoza, J.; (2016), en el año 2010 existía la misma cantidad (17) de sitios de disposición no autorizados, sin embargo se ubicaban en distintos espacios. Este hecho refuerza la hipótesis que la proliferación se debe a la inconsistencia en la recopilación de los desechos y residuos que inició operaciones en el año 2014.

En el siguiente cuadro se observa las dimensiones que tiene cada botadero no autorizado a nivel municipal.

Cuadro No. 6 Dimensión de los botaderos no autorizados

Número	Área (m²)	Área (Km²)
1	58.541364	0.000059
2	78.113956	0.000078
3	11.299183	0.000011
4	75.94605	0.000076
5	59.989409	0.00006
6	8.307886	0.00008
7	20.589759	0.000021
8	39.258591	0.000039
9	92.554859	0.000093
10	15.68541	0.000016
11	14.057803	0.000014
12	34.173193	0.000034
13	58.003028	0.000058
14	81.443848	0.000081
15	77.491857	0.000077
16	62.024444	0.000062
17	82.068687	0.000082
Total	869.5	0.0008695

En la siguiente figura se aprecia la dispersión geográfica de los botaderos no autorizados para el año 2016.

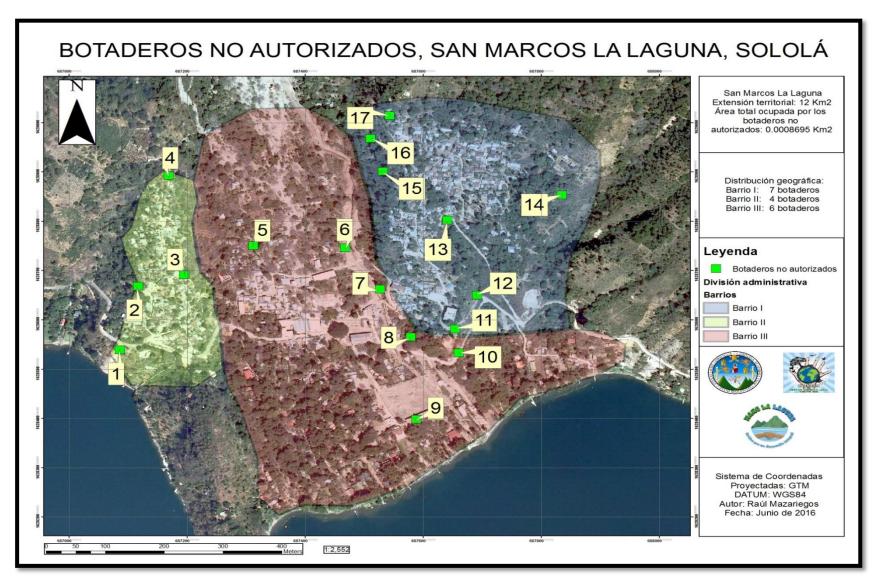


Figura No. 14. Botaderos no autorizados, San Marcos La Laguna, Sololá; con base a MAGA 2006.

Nota: Elaborado con base en datos proporcionado por MAGA, 2006.

## 7.3. Punto de equilibrio del sistema de gestión integral de residuos y desechos Sólidos

#### 7.3.1. Análisis de ingresos y egresos del servicio a nivel municipal

#### a. Egresos

A continuación se detallan los costos mensuales del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos. Dicha información fue proporcionada por el señor Jacobo Mendoza, Coordinador de la Unidad Municipal de Gestión Ambiental y Riesgo, San Marcos La Laguna, Sololá.

En el siguiente cuadro se presentan los sueldos que actualmente perciben los empleados del servicio:

Cuadro No. 7. Sueldos de los empleados del servicio.

Puesto	Puesto Sueldo Total mensual		Total anual
Coordinador del servicio (1)	Q 2,500.00	Q 2,500.00	Q 30,000.00
Cobradores (2)	Q 1,800.00	Q 3,600.00	Q 43,200.00
Operarios (6)	Q 1,800.00	Q 10,800.00	Q 129,600.00
Tota	al	Q 16,900.00	Q 202,800.00

El cuadro No. 7, muestra que la municipalidad paga por concepto de sueldos al año la cantidad de Q 202,800.00 por la contratación de 9 personas; esto incluye el salario mensual del Coordinador del sistema. Dentro de los operadores se incluye el salario tanto del personal que apoya en la recolección como el personal que se encuentra en la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos. Es importante mencionar que los empleados no cuentan con prestaciones laborales tales como pago de IGSS, bono 14 y aguinaldo.

Seguidamente se desglosan los gastos fijos incurridos por la Municipalidad de San Marcos La Laguna:

**Cuadro No. 8.** Gastos fijos del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos.

Rubro	Unidad	Costo	Total mensual	Total anual
Alquiler del vehículo	1	Q 2,400.00	Q 2,400.00	Q 28,800.00
Aceite para compactadora	1 l.	Q 15.00	Q 30.00	Q 360.00
Combustible para el tren de aseo	54 gal	Q 22.22	Q1,200.00	Q 14,400.00
Energía eléctrica de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos	1	Q 170.00	Q 170.00	Q 2,040.00
Bolsas para entregar a usuarios	1,000	Q 0.80	Q 800.00	Q 9,600.00
Total			Q 4,600.00	Q55,200.00

Los egresos anuales del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos ascienden a Q 55,200.00; los cuales cubren las bolsas para trasladar los residuos y desechos sólidos, combustible, alquiler del vehículo recolector, gastos por mantenimiento de la compactadora y energía eléctrica consumida dentro de la planta.

#### b. Ingresos

El cobro que se realiza por el servicio es de Q 1.00 por bolsa al momento de la recolección, esto se efectúa a cada 15 días. En promedio el tren de aseo recolecta 2 bolsas por familia durante cada recolección.

Cuadro No. 9. Ingresos por pago del servicio.

Tarifa promedio	Número de viviendas con servicio municipal	Ingresos mensuales	Ingresos anuales
Q 4.00	1,043	Q 4,172.00	Q 50,064.00

El tren de aseo recolecta los desechos de 1,043 usuarios cobrando un promedio de Q 4.00 por mes en cada vivienda (Asumiendo que en cada una de ellas se recolectan 4 bolsas al mes).

Con base en el cuadro No. 9, los ingresos mensuales ascienden a Q 4,172.00 y Q 50,064.00 por concepto del pago del servicio.

A esta cantidad se le deben sumar las ventas por vidrio y plástico. No existe en la municipalidad registros sobre la frecuencia con que los residuos son vendidos debido al cambio de autoridades realizado en el presente año (2016).

Cuadro No. 10. Ingresos por ventas.

Mes	Material	Valor
Febrero	Vidrio	Q 360.00
Abril	Plástico	Q 420.00
Mayo	Plástico	Q 280.00
Junio	Vidrio	Q 190.00
Julio	Plástico	Q 305.00
Agosto	Plástico	Q 305.00
Septiembre	Vidrio	Q 275.00
Octubre	Vidrio	Q 275.00
Noviembre	Plástico	Q 305.00
Diciembre	Vidrio	Q 275.00
To	otal	Q 2,990.00

Por lo tanto, los ingresos totales estimados incluyendo lo generado por ventas mensuales y cobro por la prestación del servicio ascienden a la cantidad de Q 53,054.00 al año.

#### c. Relación entre ingresos y egresos del sistema

Con la información generada de ingresos y egresos, se desarrollaron los siguientes cálculos:

Cuadro No. 11. Ingresos y egresos del servicio.

Período	Ingresos	Egresos	Diferencia
Anual	Q 53,054.00	Q 258,000.00	-Q 204,946.00
Mensual	Q 4,421.00	Q 21,500.00	-Q 17,078.83

Con base a los cálculos anteriores se determinó que la municipalidad subsidia el 79.44% del servicio y el 20.56% restante es cubierto por el pago de los usuarios y la venta de material recuperable.

#### d. Punto de equilibrio

El número de usuarios del servicio municipal es de 1,043 equivalentes a todo el municipio, con este dato se calculó el punto de equilibrio o tarifa fija sin incluir mejoras, que la municipalidad debe cobrar por cumplir completamente los costos sin obtener ganancias:

$$P.E.= Q 21,500.00/1,043 = Q 20.61 \sim Q 21.00$$

#### Dónde:

Según el cuadro No. 11, los egresos mensuales son: Q 21,500.00 y de acuerdo a los resultados de la encuesta, el número de usuarios es: 1,043.

En las condiciones actuales la municipalidad debería cobrar Q 21.00 mensuales para cubrir los costos del servicio sin obtener ganancias. Esta cantidad sobrepasa en Q 16.00 (76.19%) el pago que la mayor parte de usuarios estaría dispuesto a pagar por el servicio, de acuerdo a los datos representados en la figura No. 12 (Pág. 62).

Por lo tanto los usuarios están dispuestos a pagar el 23.81% de los costos del servicio. Con base a lo anterior se acepta la hipótesis Hi, la cual dice: "La cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar por utilizar el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final cubre menos del 40% del costo total del sistema."

## 7.4. Propuesta de mejora al sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos

## 7.4.1. Mejoras en el servicio de recolección y transporte de residuos y desechos sólidos

Con base a las sugerencias planteadas por la población en la encuesta, se recomienda a la municipalidad implementar las mejoras en el presupuesto asignado a este servicio, detallado a continuación:

#### a. Equipo de protección personal para trabajadores

En el siguiente cuadro se presenta el equipo de protección necesario y el costo por unidad para 8 operarios del sistema de gestión integral de residuos y

desechos sólidos, según cotizaciones en comercios de San Pedro La Laguna, Sololá, 2016.

**Cuadro No. 12.** Presupuesto anual de equipo de protección personal para los empleados.

No.	Material	Cantidad	Costo por	TOTAL
			unidad	
1	Botas de hule	16 pares	Q 75.00 C/Par	Q 1,200.00
2	Guantes de hule	96 pares	Q 20.00 C/Par	Q 1,920.00
3	Gabacha	16 unidades	Q 20.00 unidad	Q 320.00
4	Mascarillas de alta protección	160 unidades	Q 55.00 caja de 20 u	Q 440.00
5	Gorros	16 unidades	Q 40.00 C/unidad	Q 640.00
6	Camisa (uniforme)	16 unidades	Q 80.00 C/unidad	Q 1,280.00
7	Pantalón (uniforme)	16 unidades	Q 100.00 C/U	Q 1,600.00
Tota	l anual			Q 7,400.00

El costo anual asciende a Q 7,400, el cual incluye 2 pares de botas de hule por trabajador (incluye recolectores, piloto y operarios de la planta), 24 pares de guantes, 2 gabachas, mascarillas, 2 gorros, 2 camisas y 2 pantalones por cada uno de los empleados.

## b. Aspectos salariales

De acuerdo con el Ministerio de Trabajo de Guatemala, Acuerdo Gubernativo No. 303 - 2015 (2015), se establece como salario mínimo para el 2016 Q 10.23 por hora para el empleado guatemalteco. En el cuadro 12 se aprecia que el salario mínimo al mes es de Q 2,497.04, más una bonificación de Q 250.00. El total por trabajador al mes es de Q 2,747.04. Se debe pagar el bono 14 y el aguinaldo, el cual es un salario completo (sin bonificación); la suma total asciende a Q 25,178.36 mensuales y Q 369,560.40 anual.

**Cuadro No. 13.** Sueldos mínimos, según legislación guatemalteca, basado en datos obtenidos del Ministerio de Trabajo, 2,015.

ÖN	Puesto	Horas de trabajo	Sueldo mínimo (sin bonificación), Q	Bonificación, Q	Total mensual, Q	Indemnización, Q	Bono 14, Q	Aguinaldo, Q	Total anual, Q
1	Coordinador del servicio	8	2,497.04	250.00	2,747.04	2,497.04	2,497.04	2,497.04	40,455.6
2	Cobradores (2)	8	2,497.04	250.00	5,949.08	4,994.08	4,994.08	4,994.08	86,371.2
3	Operarios (6)	8	2,497.04	250.00	16,482.24	14,982.24	14,982.24	14,982.24	242,733.6
	Tota	ıl mer	nsual		30,796.70	Total	anual		369,560.40

Nota: Realizado con base en los sueldos mínimos establecidos por el Ministerio de Trabajo, 2,015.

## c. Gastos fijos incluyendo mejoras

A continuación se detalla el costo total y anual de los gastos fijos incluyendo mejoras al sistema de gestión integral.

Cuadro No. 14. Gastos fijos que incluyen mejoras

Rubro	Unidad	Costo	Total mensual	Total anual
Alquiler del vehículo	1	Q 2,400.00	Q 2,400.00	Q 28,800.00
Aceite para compactadora	1 l.	Q 15.00	Q 30.00	Q 360.00
Combustible para el tren de aseo	108 gal	Q 22.22	Q 2,400.00	Q 28,800.00
Energía eléctrica de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos	1	Q 170.00	Q 170.00	Q 2,040.00
Bolsas para entregar a usuarios	1,000	Q 0.80	Q 800.00	Q 9,600.00
Total			Q 5,800.00	Q 69,600.00

Los gastos fijos del sistema de gestión integral se incrementan debido a que se propone prestar el servicio de recolección durante todas las semanas del mes. Por tal razón, el total mensual asciende a Q 5,800.00 y el anual a Q 69,600.00.

## d. Ingresos esperados por el cobro de una tarifa mensual

En el cuadro No. 15 se presenta los ingresos esperados por el cobro de una tarifa mensual a los usuarios del servicio.

Cuadro No. 15. Ingresos esperados por el cobro de una tarifa mensual.

Tarifa promedio	Número de viviendas con servicio municipal	Ingresos mensuales	Ingresos anuales
Q 21.00	1,043	Q 21,903.00	Q 262,836.00

Los ingresos esperados por la prestación del servicio fueron calculados tomando en cuenta los 1,043 usuarios y la tarifa de Q 21.00 mensuales, según el punto de equilibrio calculado previamente.

## e. Resumen de ingresos y egresos con mejoras

En el siguiente cuadro se recopilan los datos de los ingresos y egresos mensuales/anuales incluyendo mejoras en las fases del sistema.

**Cuadro No. 16.** Resumen de ingresos y egresos con mejoras

Rubro	Anual	Mensual
Equipo de protección	Q7,400.00	Q 616.67
Salarios	Q 369,560.40	Q 30,796.70
Gastos fijos	Q 69,600.00	Q 5,800.00
Total egresos	Q 446,560.40	Q 37,213.37
Total ingresos	Q 262,836.00	Q 21,903.37

De acuerdo a los datos previos, se concluye que la Municipalidad subsidiaría el 41.14% del total por la prestación del servicio y el 58.86% restante sería cubierto por los usuarios.

## f. Relación entre servicio con mejoras y sin mejoras

En el cuadro 17 se comparan los costos con la implementación de las mejoras y los costos incurridos en el actual manejo del sistema de gestión integral.

Los saldos anuales que se generan en el apartado "Sin mejoras" muestran un déficit de Q 204, 946.00, mientras que en el apartado de "Propuesta de mejoramiento" proyecta un saldo total negativo de Q 183,724.40

Se puede observar que existe una reducción de Q 21,221.60, los cuales surgen de la implementación de la tarifa obtenida al calcular el punto de equilibrio que asciende a la cantidad de Q 21.00 mensuales por vivienda y las mejoras en el salario de los empleados, la adquisición de equipo de protección personal.

Cuadro No. 17. Comparación entre costos anuales con mejoras y sin mejoras.

Sin mejoras		Con m	nejoras
	Anual		Anual
Ingresos	Q 53,054.00	Ingresos	Q 262,836.00
Egresos	Q 258,000.00	Egresos	Q 446,560.40
Total	-Q 204,946.00	Total	-Q 183,724.40

#### g. Cálculo del nuevo punto de equilibrio

Por lo anterior, para que el sistema de gestión integral sea sostenible, se sugiere la implementación del cobro de una tarifa que cubra los gastos incurridos en el servicio. De ser implementadas las mejoras, se tendrá mayor cantidad de gastos que en la situación "sin mejoras", por tal motivo, se debe elaborar una nueva tarifa, a partir del punto de equilibrio:

P.E: Q 37,213.37/1,043 usuarios = Q 35.68 ~ Q 36.00

#### Dónde:

Según el cuadro No. 16, los egresos municipales mensuales por el servicio con mejoras son: Q 37,213.37 y de acuerdo a los resultados de las encuestas el número de usuarios es: 1,043.

Con el cobro de la nueva tarifa Q 36.00, se cubren los gastos incurridos sin generar ganancias.

Para lograr cambios tanto en el sistema como en la cultura de la población, se incluye dentro de los anexos un manual que aborda los procedimientos necesarios para mejorar la calidad de todo el sistema, también se encuentra una campaña de sensibilización ambiental que contribuirá a empoderar a los habitantes sobre la importancia de manejar de forma adecuada los residuos y desechos sólidos generados en las viviendas. (Ver anexo 10, página 112).

## 7.4.2. Mejoras en la fase de tratamiento del sistema integral de residuos y desechos sólidos.

#### a. Clasificación

En el área destinada para recepción se reciben los residuos y desechos procedentes de los usuarios.

En la misma área se realiza el proceso de separación del material orgánico, inorgánico no recuperable e inorgánico recuperable.

Se propone incluir una mesa de concreto para separación dentro de la planta de residuos y desechos sólidos, el precio de ésta oscila en Q 798.00. La implementación de una mesa facilitaría las actividades de los operarios ya que elevaría la eficiencia en la etapa de clasificación del material orgánico, inorgánico recuperable y no recuperable.

En la figura 15 se aprecia que la labor de clasificación no se realiza de forma constante, ya que se encuentran los residuos y desechos sólidos

acumulados recolectados. De acuerdo con los operarios, este trabajo no se realiza con frecuencia debido a que no cuentan con la cantidad de personal adecuado para ejecutarlo los días que funciona el tren de aseo, de esta forma se acumulan y ya no se les brinda mantenimiento.



Figura No. 15. Área de recepción.

Según los resultados obtenidos, se considera necesario evaluar la aplicación del reglamento para la administración y funcionamiento del sistema municipal de gestión integral de desechos y residuos sólidos aprobado en el año 2013, con el propósito de determinar las deficiencias del sistema, y proponer la construcción de un relleno sanitario para brindarle tratamiento al material orgánico no recuperable (0.1846 Kg/hab/día).

Las propuestas de mejora incluyen capacitaciones a los operarios a cargo de la clasificación de los residuos y desechos sólidos, ellos son los responsables de mantener el área en correcto funcionamiento. Además, se deben destinar empleados constantemente para cooperar con los operarios encargados de la separación

#### b. Bodega de material reciclable

#### Plástico

Ésta área tiene como objetivo el depósito y resguardo del material reciclable ya compactado, sin embargo la labor no se efectúa debido a que por

desconocimiento del personal, la compactadora normalmente no se utiliza. Por lo tanto, éste sitio no cumple su función dentro de la planta. Actualmente solo se emplea para reservar sacos, recipientes y madera, entre otros.



Figura No. 16. Bodega de material reciclable

Para optimizar las labores de los operarios, se plantea capacitar al personal sobre la correcta utilización de la compactadora de material reciclable para posteriormente ser colocado en su sitio correspondiente, a espera de ser comercializado y con ello disminuir el espacio ocupado por dicho material dentro de la planta.



Figura No. 17. Compactadora

En la figura 17 se aprecia la compactadora de la planta. Ésta fue donada por la organización "África 70" a principios del año 2014. Su función es comprimir los residuos de tal manera que se reduzca el volumen ocupado por los mismos. En la actualidad no se utiliza con frecuencia.

Los empleados encargados de la bodega de material reciclable deben velar por la compactación de los residuos sólidos que se reciben en el sitio de disposición final. Por lo tanto, debe conocer adecuadamente sus funciones y esto se logra mediante capacitaciones sobre el manejo de dicha herramienta.

#### Vidrio

Ésta área consiste en piletas o pilas para el depósito del vidrio clasificado por color. Se separa en color ámbar, verde y transparente. En la siguiente figura se observa que la planta cuenta con 5 piletas, sin embargo no todas son utilizadas debido a la falta de conocimiento sobre la separación por colores de éste material por parte del empleado que opera en éste sitio.

Este residuo es una fuente de ingresos para el sistema, pues mediante su venta se sufragan algunos gastos de operación. Sin embargo, es uno de los materiales que requiere atención para su manejo pues quienes lo manipulan corren riesgos de sufrir heridas por cortes debido a que los operarios no utilizan equipo de protección personal.



Figura No. 18. Área de clasificación de vidrio.

Se propone que el operador de las piletas de reciclaje para vidrio debe utilizar toda el área que ha sido destinada para éste fin, con el propósito de no acumular el material reciclable y separarlo mediante los parámetros anteriormente mencionados. Esto aumentaría los ingresos por venta del material vidrio.

El vidrio debe ser separado todos los días después de su recolección y ser vendido a cada mes.

Tomando en cuenta el peligro al que el personal se encuentra expuesto debido a la textura del material, la adquisición de equipo de protección personal en ésta área adquiere mayor relevancia.

#### c. Generación de compost

Dentro de las fases de tratamiento de la planta no se contempla el tratamiento de los residuos orgánicos debido a que según estudio realizado en el año 2010 por la MANCLALAGUNA, en el municipio los residuos orgánicos generados por la población llegan en una mínima cantidad a la planta ya que los pobladores le dan tratamiento en sus hogares; estos son utilizados como acondicionadores del suelo en cultivos y en jardines a nivel domiciliar.

Por tal motivo, se propone capacitar a la población sobre la elaboración de compost en sus hogares, para su posterior aprovechamiento en los cultivos.

## 7.4.3. Mejoras en la fase de disposición final

Cuando se construyó la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, dentro de la planificación se especificó el área destinada para disponer del material no recuperable; sin embargo, no cuenta con las dimensiones adecuadas (66.38 m²) para hacer uso del mismo. Por lo que actualmente se emplea para disponer los desechos orgánicos que llegan a la planta.

Cabe resaltar que los pobladores envían únicamente una mínima cantidad (0.0234 Kg/hab/día) de material orgánico, contraria a la situación del material inorgánico recuperable (0.0718 Kg/hab/día) y no recuperable (0.1846 Kg/hab/día). Por tal motivo, esta instalación no se encuentra funcionando correctamente y se tiene en abandono.

Según Fernández, I.; (2010), se recomienda planificar la construcción de rellenos sanitarios para un horizonte de vida de 10 años. Tomando en consideración ésta recomendación, el área que debe ocupar es de 2,520 m² con base a la densidad de 197 kg/m³ ocupado por material inorgánico no recuperable.

Este sitio debe ser construido preferentemente cercano a la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos con el propósito de disminuir los gastos de transporte de un área a otra. Por tal motivo, se propone que la ubicación ideal esté en las coordenadas Norte= 688515 y Este= 1628527. (Ver mapa en figura 21, página 85).



**Figura No. 19.** Actual relleno sanitario de la planta de tratamiento.

En la figura no. 20 (página 84) se presenta el plano con las especificaciones técnicas para la construcción de un relleno sanitario y laguna de estabilización de lixiviados.

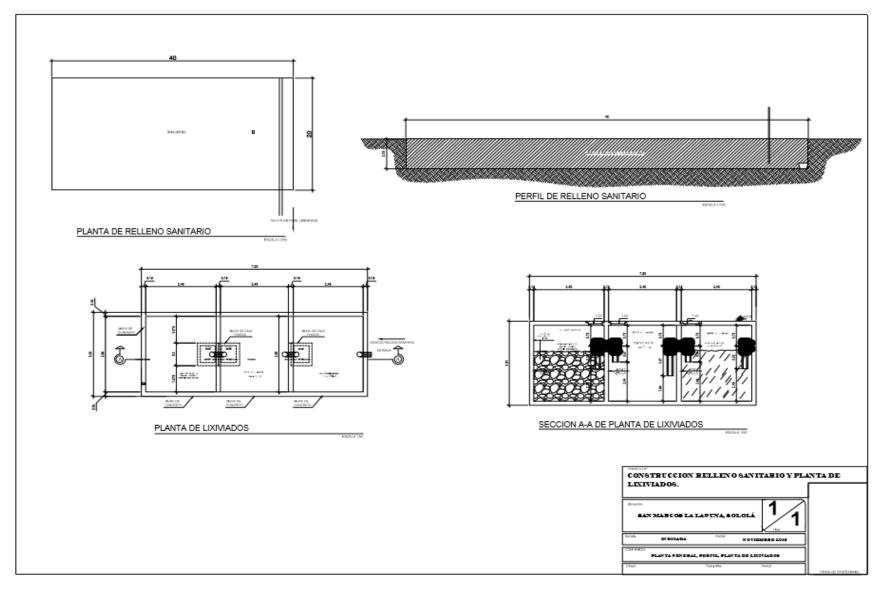
El propósito de implementar un relleno sanitario es enterrar los desechos orgánicos no recuperables manteniéndolos aislados de aguas subterráneas mediante geomembranas, éste se mantiene en condiciones estables sin intervención del aire. A diferencia de una pila para compost, el relleno sanitario está diseñado para que los residuos y desechos sólidos no se degraden con facilidad, por lo que solo debe disponerse el material no recuperable aumentando así el tiempo de vida útil del relleno.

Se propone la construcción de una laguna de estabilización de lixiviados debido a la simpleza en su operación y posibilidad de lograr diferentes niveles de tratamiento.

En su totalidad, el proyecto de construcción de relleno sanitario y laguna de estabilización de lixiviados tiene un costo de Q 309,870.18 respectivamente, brindándole así tratamiento tanto al material no recuperable y a los residuos líquidos procedentes del relleno. (Ver anexo 4, página 101).

Para cubrir el costo de las mejoras dentro de la planta, incluyendo la construcción del relleno sanitario y laguna de lixiviados, se sugiere a la Municipalidad de San Marcos La Lagua realizar alianzas con organizaciones no gubernamentales, Mancomunidad La Laguna (MANCLALAGUNA), Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE) y CODEDE, para evitar que los usuarios paguen por la inversión y aumente la tarifa del servicio.

A continuación se presenta el plano de construcción y la propuesta de ubicación del relleno sanitario.



**Figura No. 20.** Plano del relleno sanitario, San Marcos La Laguna, Sololá; con base en información proporcionada. **Fuente:** Ing. Civil Pedro Taracena; 2016.



Figura No. 21. Propuesta de ubicación del relleno sanitario

Nota: Elaborado con base en datos proporcionados por MAGA, 2006.

# 7.4.4. Manual para el manejo integral de residuos y desechos sólidos generados en San Marcos La Laguna, Sololá

Para mejorar el funcionamiento de todas las fases del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos, se realizó una propuesta de manual en donde se especifican las actividades por cada fase y el mantenimiento para lograr que todo el sistema trabaje eficientemente. (Ver manual en anexo 10, página 117).

#### VIII. CONCLUSIONES

- 1. Se determinó que la cantidad máxima que la población está dispuesta a pagar por ser usuario del servicio de tren de aseo oscila entre Q 1.00 Q 5.00 cubriendo con esto el 23.81% de los gastos totales, aceptando la hipótesis Hi, la cual dice: "La cantidad máxima que los usuarios están dispuestos a pagar por utilizar servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final cubre menos del 40 % del costo total del sistema."
- La cobertura del servicio de recolección es del 100% debido al cobro de Q 1.00 por bolsa recolectada, lo cual facilita que la población disponga los residuos y desechos sólidos de forma económica.
- 3. Existen 17 botaderos no autorizados, que cubren un área de 869.5 m<sup>2</sup> equivalente al 0.0072% de la extensión territorial total municipal.
- 4. El análisis de ingresos y egresos del sistema permitió determinar que la Municipalidad actualmente tiene un déficit de Q 17,078.83 mensuales por concepto de la prestación del servicio en las etapas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos generados equivalente al 79.44%. Para poder cubrir los costos totales del servicio la Municipalidad deberá cobrar Q 21.00 mensuales a cada usuario.
- 5. Como parte de la investigación, se desarrollaron propuestas de mejora con el propósito de contribuir al fortalecimiento del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos. Dentro de éstas se mencionan: pago de salario mínimo a empleados, compra de equipo de protección personal, mejora en la frecuencia del servicio, nueva tarifa, diseño de un relleno sanitario y manual del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos.

#### IX. RECOMENDACIONES

- Sensibilizar a la población sobre la importancia de pagar una tarifa mensual por ser usuarios del sistema, que cubra los costos del servicio para hacer eficiente la prestación del servicio.
- 2. Continuar con el 100 % de cobertura del servicio en los tres barrios del municipio, contar con un horario fijo de recolección y capacitar al personal para brindar un servicio que satisfaga las necesidades de los usuarios. Además, exigir la aplicación del reglamento para la administración y función del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos para disminuir la actual cantidad de 17 botaderos no autorizados.
- 3. Tomar en cuenta el punto de equilibrio calculado para que el sistema no sea una carga para la Municipalidad.
- 4. La construcción de un relleno sanitario reduciría la acumulación de desechos y residuos inorgánicos no reciclables, disminuyendo las posibilidades de la proliferación de botaderos no autorizados y en general, tomar en cuenta las mejoras propuestas para proteger los recursos del municipio y mejorar la calidad del servicio.

### X. BIBLIOGRAFÍA

- Abril, J. 2003. Método para determinar el punto de equilibrio de la Empresa Constructora. (Documento digital en línea). Consultado el 18 de agosto de 2016. Disponible en: http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Abril\_Hoyos\_Jose\_Jorge\_45010.pdf
- **2.** Álvarez, L. 2012. Estudio Hidrológico-Hidráulico de avenida en el Río San Marcos, Municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, GT.
- 3. Azqueta. 1994. Valoración Económica del Medio Ambiente. (Documento digital en línea). Consultado el 12 de abril de 2016. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lec/leal\_r\_cl/capitulo1. pdf
- **4.** Barradas, A. 2,009. Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Veracruz, MX., Instituto Tecnológico de Minatitlán.
- 5. Barrios, A.; Véliz, M.; Dávila, C. 2007. Actualización taxonómica de la Flora de Guatemala, capítulo 1. Pinophyta (coníferas). (Documento digital en línea). Consultado el 28 de abril de 2017. Disponible en: http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2006-005.pdf
- 6. Betancourt Pineda, L.; Pichs Herrera, L. 2004. Plan de manejo de desechos sólidos en la gestión ambiental empresarial. (Documento digital en línea). Consultado el 07 de marzo de 2016. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos19/manejo-desechos-solidos/manejo-desechos-solidos.shtml

- 7. Cabrera, M. 2008. Costos y rentabilidad de unidades pecuarias (Engorde de pollos). San Marcos La Laguna, Sololá, GT.
- Carreaga, J. 1993. Guía para la gestión de residuos sólidos municipales.
   México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- 9. Castañer, J. 2014. Análisis de Costo-Beneficio. (Documento digital en línea). Consultado el 12 de abril de 2016. Disponible en: http://gis.jp.pr.gov/Externo\_Econ/Talleres/PresentationCB\_JP\_ETI.pdf
- 10. Castillo, H. 2012. Diseño de una planta de tratamiento de desechos sólidos y plan de contingencia para el relleno sanitario de Choconal, Municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez. (Documento digital en línea). Consultado el 16 de mayo de 2016. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\_2648\_IN.pdf
- 11. Chacón, J. 2009. El Contador Público y Auditor como Asesor Financiero, en la evaluación del punto de equilibrio, para la toma de decisiones en una empresa distribuidora de bebidas carbonatadas. (Documento digital en línea) Consultado el 18 de agosto de 2016. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\_3447.pdf
- 12. Cristeche, E.; Penna, J. 2008. Métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales. (Documento digital en línea). Consultado el 10 de abril de 2016. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmp-metodos\_doc\_03.pdf
- 13. Duarte, F. 2012. Propuesta de Plan de Manejo de Residuos aplicables a pequeñas y medianas empresas productoras de plásticos de la ciudad de Guatemala, fundamentada en el Acuerdo Municipal 028-2002. Consultado el 12 de abril del 2016.
- **14.** Fraume, N. 2,008. Diccionario Ambiental. Colombia: ECOE Ediciones

- **15.** Galdámez, V. 2008. Comercialización (Producción de café) y proyecto producción de lana. San Marcos La Laguna, Sololá, GT.
- 16. Gómez, G. 2004. Evaluación del Costo-Beneficio del servicio de maternidad del Hospital San Juan de Dios, Quetzaltenango. (Documento digital en línea). Consultado el 11 de abril de 2016. Disponible en : http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\_2629.pdf
- **17.** Gutierrez; De La Vara. 2004. Análisis y Diseño de Experimentos. México, D.F., McGraw-Hill Interamericana.
- 18. Herruzco, C. 2002. Fundamentos y Métodos para la Valoración de Bienes Ambientales. (Documento digital en línea). Consultado el 12 de abril de 2016. Disponible en: http://www.um.es/jmpaz/EIA\_CCAA1213/06M4%20TT14%20L1.pdf
- 19. Jaramillo, J. 1999. Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. (Documento digital en línea). Consultado el 07 de marzo de 2016. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf
- 20. Kendall, M.G; Smith Babington, B. 1939. Números aleatorios. Consultado en el 07/03/2016. Disponible en: http://reyesestadistica.blogspot.com/2011/07/muestreo-simple-aleatorio.html
- 21. López, G.; Vegara, J. 2012. El análisis coste-beneficio y la toma de decisiones. (Documento digital). Consultado el 11 de abril de 2016. Disponible en: http://www.upf.edu/pdi/cres/lopez\_casasnovas/\_pdf/glc\_vegara\_pgp69\_2012.pdf

- 22. Mackenzie, L.; Susan J. 2005. Ingeniería y Ciencias Ambientales. (En línea). Consultado el 07 de marzo de 2016. Disponible en: https://www.dropbox.com/s/17bkh3h00jg40n4/Ingenieria%20y%20Ciencias%20Ambientales%20-%20Mackenzie.pdf
- 23. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 2005. Manual de Indicadores Ambientales Municipales, Citado en manual de indicadores ambientales. Guatemala, GT.
- 24. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2003. Metodologías para la Valoración Económica de Bienes, Servicios Ambientales y Recursos Naturales. Colombia.
- 25. Municipalidad de San Marcos La Laguna, 2016. Rutas de recolección de residuos y desechos sólidos. Croquis del municipio. San Marcos La Laguna, Sololá, GT.
- 26. Navarro Alberto, J. 2011. Diseño y Análisis del Muestreo. Introducción al diseño y análisis del muestreo de poblaciones finitas. (Documento digital en línea). mx. Universidad Autónoma de Yucatán. Consultado el 11 de abril de 2016. Disponible en: http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/429/ diseno.pdf,
- 27. Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial, 2008-2018. 2008.San Marcos La Laguna, Sololá, GT.
- 28. Reyes, L. 2011. Muestra de aleatorio simple y matemático, técnica y métodos de investigación. (En línea). Consultado el 08 de marzo de 2016. Disponible en: reyesestadistica.blogspot.com/2011/07/muestreo-simple-aleatorio.html

- 29. Roldán Ruiz, P. 2009. Proyecto programa de recolección Selectiva de Residuos y formación de Segregadores de cercado de Lima, Gestión Ambiental de Residuos sólidos e instituciones Educativas. (Documento digital en línea). Consultado el 08/03/2016. Disponible en: http://escuelaverde.files.wordpress.com/2009/06/modulo-2-residuossolidos.pdf
- 30. Rozo, C. 2010. La Valoración Económica Ambiental. (Documento digital en línea). Consultado el 11 de abril del 2016. Disponible en: http://elti.fesprojects.net/2013%20Cali/c.castiblanco.valoracion.pdf
- **31.** Sacach, F. 2005. Plan Regional Municipal Papa'. San Marcos La Laguna, Sololá, GT.
- 32. Salkind, J.N. 1997. Métodos de Investigación. 3ª. ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. (Documento digital en línea). mx. Consultado 11 de abril de 2016. Disponible en: http://books.google.com.gt/books?id=3ulW0vVD63wC&print sec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- 33. Secretaría de Desarrollo Social. 2,005. Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales. México D.F.: Secretaría de Desarrollo Social.
- 34. Silva Aycaguer, L.C. 1993. Muestreo para la Investigación en Ciencias de la Salud. (Documento digital en línea). Consultado el 12 de abril de 2016. Disponible en: http://fcm.ens.uabc.mx/~ chelo/estadistica/doc-pdf/muestr-1.pdf
- **35.** SNV y HONDUPALMA. 2011. Manejo de Residuos Sólidos: Una guía para socios y personal de HONDUPALMA. (Documento digital en línea).

Consultado el 22 de marzo de 2016. Disponible en: http://www.snvworld.org/download/publications/guia\_manejo\_de\_residuo s.pdf

- Stewart, J. 2014. Diagnóstico Institucional y Contextual de la Mancomunidad de Municipios La Laguna. San Marcos La Laguna, Sololá, GT.
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Eliassen, R. 1999. Desechos Sólidos, principios de ingeniería y administración. GTZ de Alemania.
- 38. Tomasini, D. 2000. Valoración Económica del Ambiente. (Documento digital en línea). Consultado el 12 de abril de 2016. Disponible en: http://www.ciefa.org/acrobat/modulos/LECTURA%20CUATRO%20MOD ULO%20CUATRO%20%20FEPA.pdf
- 39. Zamora, J. 2013. Plan de Manejo Ambiental de Desechos Sólidos del municipio de San Andrés Itzapa. (Documento digital en línea). Consultado el 12 de abril de 2016. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02 3688.pdf
- 40. Zonas de vida por Leslie Holdrige. (En línea). Consultado el 28 de abril de 2017. Disponible en: http://zonaholdridge.blogspot.com/

Vo. Bo. Ana Teresa Cap Yes de Conzález

BUBLIOTEC

Bibliotecaria CUNSUROC.

# XI. ANEXOS

**Anexo 1.** Boleta de entrevista dirigida a la población del casco urbano del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL





**Instrucciones:** Explique al entrevistado que el propósito de las siguientes preguntas es obtener datos referentes al manejo de residuos y desechos sólidos del municipio con fines de investigación.

Marque con una X o escriba la respuesta del encuestado.

	Barrio:		
	<ul><li>Fecha:</li></ul>		
1.	Material utilizado para constru	ucción de la vivienda:	
		Block	
		Piedra	
		Ladrillo	
		Barro	
2.	¿Cuál es su ocupación?		
3.	¿Cuántas personas habitan e	n su vivienda?	
4.	¿Cuántos son niños y cuántos	s son adultos?	
		Niños:	
		Adultos:	

5. ¿Cuál es el nivel de escolaridad	l de los miembros de su vivi	enda?
	Ninguno Primaria Básico Diversificado Universitario	
6. ¿Es usuario del servicio de reco residuos y desechos sólidos a r SI	nivel municipal?	sición final de los
6.1. ¿Le gustaría ser usuario?		
7. Si no es usuario, ¿Qué manejo	le da a la basura generada La entierra La tira en el río La tira en la calle La tira en terreno baldío La tira en basureros La quema Otros	en su vivienda?
7.1. ¿Con qué frecuencia realiza	la actividad?	
8. ¿Cómo califica el servicio de municipalidad?	de recolección de basura Excelente Bueno Regular Malo	que presta la
9. ¿Qué problemas detecta en el s Mala atención del El personal no utili No recogen toda la Dejan caer basura No tienen horario f Otro	personal za equipo de protección a basura en las calles	

10. ¿Qué mejoras cree que son necesarias implementar en el servicio?	
11. ¿Cuál es la cantidad máxima que está dispuesto a pagar por ser usu servicio?	ario del
Q 01.00-05.00 Q 06.00-10.00 Q 11.00-15.00 Q 16.00-20.00	
12. ¿Estaría usted de acuerdo en pagar una tarifa fija mensual a la municipalidad?  SI NO SI	
¿Por qué?	

**Anexo 2.** Guía de entrevista a empleados del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL





1.	¿En qué año empezó a funcionar la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos?
2.	¿Qué tipo de tratamiento le dan a los desechos?
3.	Qué tipo y con qué frecuencia venden el material para reciclar?
4.	¿Cuántas personas laboran en esta área?
5.	Horario de trabajo:
მ.	Días de recolección:
7.	Horario de recolección:
3.	¿El transporte utilizado es municipal o privado?
	8.1 Si el transporte es privado, ¿cuánto les cobra por viaje aproximadamente?
9.	Cantidad aproximada de desechos recolectados por día:
	. ¿Cuánto cobra?
	. ¿Con qué frecuencia funciona el tren de aseo?
	. Equipo de protección que utilizan:
12	. Equipo de protección que utilizan.
	Casco
	Guantes
	Mascarilla
	Botas de hule

lan sufrido algún accidente durante las actividades?
¿Qué tipo de accidente?
¿Dónde lo atendieron?

# Anexo 3. Guía de entrevista a director financiero de la municipalidad

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL





1.	Nombre:
2.	¿A cuánto ascienden los ingresos percibidos por la prestación del servicio de tren de aseo y disposición final de los residuos y desechos sólidos en la planta de tratamiento?
3.	¿Cuál es el monto del uso del vehículo utilizado en el servicio de tren de aseo?
4.	¿Cuál es el monto por el pago a los empleados del tren de aseo y planta de tratamiento?
5.	¿Cuál es el monto por el pago de energía eléctrica en la planta de tratamiento?
6.	¿A cuánto asciende el pago por el combustible utilizado dentro de la planta de tratamiento?
7.	¿Cuál es el costo por la compra de equipo de protección y herramientas para los empleados del servicio?

**Anexo 4.** Presupuesto para la construcción de relleno sanitario y laguna de estabilización de lixiviados **Cuadro No. 18.** Presupuesto para la construcción de relleno sanitario y laguna estabilización de lixiviados.

# PRESUPUESTO DESGLOSADO CONSTRUCCION PLANTA DE RELLENO SANITARIO Y PLANTA DE LIXIVIADOS

Re	nglón: TRABAJOS PRELIMINARES					
	CANTIDAD	55.11	Mts2			
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q Unitario		Costo Total
	MATERIA	LES				
1	Cinta, hilo, cal, trompos, estacas, clavos	1.00	unidad	Q 100.00	Q	100.00
2	Alquiler de equipo topográfico	1.00	unidad	Q 342.22	Q	42.22
	MANO DE C	BRA				
1	Preliminares, topografía, marcaje, nivelación, afinación	1.00	días	Q 400.00	Q	400.00
2	Mano de obra no calificada	1.00	días	Q 145.30	Q	145.30
CO	STOS DIRECTOS					
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	de obra)			Q	987.52
CO	STOS INDIRECTOS					
1	Gastos administrativos %		10%		Q	98.75
2	Dirección de campo %		10%		Q	98.75
3	Utilidades %		10%		Q	98.75
	Total costos indirectos				Ø	197.13
	Costo total del rengión:				Q	1,377.75
	Costo unitario del renglón:	_			Q	25.00

Rei	Rengión: MOVIMIENTO DE TIERRAS									
	CANTIDAD	102.41	Mts3							
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q Unitario			Costo Total			
	MATERIA	LES								
1	Selecto	1.00	m3	Q	150.00	Q	150.00			
	MAQUINARIA Y	EQUIPO								
1	Retroescabadora	2.00	horas	Q	220.00	Q	440.00			
2	Compactadora tipo rodo pequeño	1.00	global	Q	222.85	Q	222.85			
	TRANSPO	RTE								
1	Transporte de material selecto	0.50	viajes	Q	800.00	Q	400.00			
2	Transporte, acarreo y extracción de material de desecho	0.50	viajes	Q	800.00	Q	400.00			
	MANO DE C	DBRA								
2	Mano de obra no calificada	2.00	dias	Q	300.00	Q	600.00			
CO	STOS DIRECTOS									
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	o de obra)				Q	2,212.85			
CO	STOS INDIRECTOS		1	ı						
1	Gastos administrativos %		10%			Q	221.29			
2	Dirección de campo %		10%			Q	221.29			
3	Utilidades %		10%			Q	221.29			
	Total costos indirectos					Q	663.87			
	Costo total del rengion:					Q	3,072.30			
	Costo unitario del renglon:					Q	30.00			

Rei	Rengión: COMPARTIMIENTO ANAEROBICO									
	CANTIDAD 33.12 Mts3									
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q	Unitario		Costo Total			
	MATERIA	LES								
1	Cemento 4000 psi	115.00	sacos	Q	75.00	Q	,625.00			
2	Arena	22.00	m3	Q	250.00	Q	5,500.00			
3	Piedrin	25.00	m3	Q	290.00	Q	7,250.00			

4	Block	318.00	unidades	Q	5.00	Q	1,590.00		
5	Acero 3/8 columnas	35.00	varillas	Q	24.00	Q	840.00		
6	Acero 1/4 columnas	25.00	varillas	Q	8.00	Q	200.00		
7	Acero 3/8 solera (intermedia+corona)	60.00	varillas	Q	24.00	Q	1,440.00		
8	Acero 1/4 solera (intermedia+corona)	30.00	varillas	Q	8.00	Q	240.00		
9	Alisado monocapa	10.00	sacos	Q	80.00	Q	800.00		
10	Tapadera prefabricada	1.00	unidades	Q	800.00	Q	800.00		
11	Tee PVC de 8 pulgadas	2.00	unidades	Q	550.00	Q	1,100.00		
12	Tubería de PVC 8 "	1.00	unidad	Q	2,733.95	Q	2,733.95		
13	Losa prefabricada (viguetas+bobedilla+malla+bastones)	5.91	m2	Q	1,500.00	Q	8,865.00		
14	Encofrado	5.91	m2	Q	150.00	Q	886.50		
14	Hilo/trazo	1.00	unidades	Q	5.13	Q	5.13		
	TRANSPORTE								
1	Transporte, acarreo de materiales	5.50	viajes	Q	800.00	Q	4,400.00		
	MANO DE C	DBRA							
1	Mano de obra calificada	15.00	dias	Q	1,200.00	Q	18,000.00		
2	Mano de obra no calificada	15.00	dias	Q	870.00	Q	13,050.00		
3	Fundido de losa	5.91	m2	Q	120.00	Q	709.20		
CO	STOS DIRECTOS								
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	o de obra)				Q	7,034.78		
CO	STOS INDIRECTOS								
1	Gastos administrativos %		10%			Q	,703.48		
2	Dirección de campo %		10%			Q	,703.48		
3	Utilidades %		10%			Q	7,703.48		
	Total costos indirectos					Q	3,110.43		
	Costo total del rengión:					Q	01,678.40		
	Costo unitario del renglón:					Q	3,070.00		

Rei	ngión: COMPARTIMIENTO DE CLARIFICACION						
	CANTIDAD	33.12	Mts3				
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q	Unitario		Costo Total
	MATERIA	LES					
1	Cemento 4000 psi	115.00	sacos	Q	75.00	Q	8,625.00
2	Arena	22.00	m3	Q	250.00	Q	5,500.00
3	Piedrin	25.00	m3	Q	290.00	Q	7,250.00
4	Block	318.00	unidades	Q	5.00	Q	1,590.00
5	Acero 3/8 columnas	35.00	varillas	Q	24.00	Q	840.00
6	Acero 1/4 columnas	25.00	varillas	Q	8.00	Q	200.00
7	Acero 3/8 solera (intermedia+corona)	60.00	varillas	Q	24.00	Q	,440.00
8	Acero 1/4 solera (intermedia+corona)	30.00	varillas	Q	8.00	Q	240.00
9	Alisado monocapa	10.00	sacos	Q	80.00	Q	800.00
10	Tapadera prefabricada	1.00	unidades	Q	800.00	Q	800.00
11	Tee PVC de 8 pulgadas	2.00	unidades	Q	500.00	Q	1,000.00
12	Tubería de PVC 8 "	1.00	unidad	Q	2,781.84	Q	,781.84
13	Losa prefabricada (viguetas+bobedilla+malla+bastones)	5.91	m2	Q	1,500.00	Q	8,865.00
14	Encofrado	5.91	m2	Q	150.00	Q	86.50
14	Hilo/trazo	1.00	unidades	Q	3.96	Q	3.96
	TRANSPO	RTE					
1	Transporte, acarreo de materiales	8.50	viajes	Q	800.00	Q	6,800.00
	MANO DE C	DBRA					
1	Mano de obra calificada	15.00	dias	Q	1,200.00	Q	18,000.00
2	Mano de obra no calificada	15.00	dias	Q	870.00	Q	,050.00
3	Fundido de losa	5.91	m2	Q	120.00	Q	9.20
CO	STOS DIRECTOS						
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	o de obra)				Q	79,381.50
	STOS INDIRECTOS	T					
1	Gastos administrativos %		10%			Q	,938.15
2	Dirección de campo %		10%			Q	,938.15
3	Utilidades %		10%			Q	,938.15

Total costos indirectos		Q	3,814.45
Costo Total del Renglon:		Q	01,678.40
Costo Unitario del Renglon:		Q	3,070.00

Rer	Rengión: COMPARTIMIENTO DE FILTRACION							
	CANTIDAL	33.12	Mts3					
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q	Unitario		Costo Total	
	MATERIALES							
1	Cemento 4000 psi	115.00	sacos	Q	75.00	Q	625.00	
2	Arena	22.00	m3	Q	250.00	Q	5,500.00	
3	Piedrin	25.00	m3	Q	290.00	Q	7,250.00	
4	Block	318.00	unidades	Q	5.00	Q	1,590.00	
5	Acero 3/8 columnas	35.00	varillas	Q	24.00	Q	840.00	
6	Acero 1/4 columnas	25.00	varillas	Q	8.00	Q	200.00	
7	Acero 3/8 solera (intermedia+corona)	60.00	varillas	Q	24.00	Q	1,440.00	
8	Acero 1/4 solera (intermedia+corona)	30.00	varillas	Q	8.00	Q	240.00	
9	Alisado monocapa	10.00	sacos	Q	80.00	Q	800.00	
10	Tapadera prefabricada	1.00	unidades	Q	800.00	Q	800.00	
11	Tee PVC de 8 pulgadas	2.00	unidades	Q	550.00	Q	100.00	
12	Tubería de PVC 8 "	1.00	unidad	Q	2,710.00	Q	710.00	
13	Losa prefabricada (viguetas+bobedilla+malla+bastones)	5.91	m2	Q	1,500.00	Q	,865.00	
14	Encofrado	5.91	m2	Q	150.00	Q	886.50	
14	Hilo/trazo	1.00	unidades	Q	2.78	Q	2.78	
	TRANSP	ORTE						
1	Transporte, acarreo de materiales	11.00	viajes	Q	800.00	Q	8,800.00	
1	Mano de obra calificada	15.00	dias	Q	1,200.00	Q	18,000.00	
2	Mano de obra no calificada	15.34	dias	Q	870.00	Q	,345.80	
3	Fundido de losa	5.91	m2	Q	120.00	Q	709.20	
CO	STOS DIRECTOS							
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano de obra) Q 81,704.28							
CO	COSTOS INDIRECTOS							

1	Gastos administrativos %	10%	Q	8,170.43
2	Dirección de campo %	10%	Q	8,170.43
3	Utilidades %	10%	Q	8,170.43
	Total costos indirectos		Q	24,511.28
	Costo total del rengión:		Q	101,678.40
	Costo unitario del renglón:		Q	3,070.00

Rer	Renglón: LIMPIEZA FINAL						
	CANTIDAD	1.00	unidad				
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q Unitario		Costo Total	
	MATERIAL	_ES					
1	Retiro de materiales	1.00	unidad	Q 200.00	Q	200.00	
1	Limpieza final	1.00	unidad	Q 100.00	Q	100.00	
CO	STOS DIRECTOS						
	Total costos directos (materiales, maquinaria, transporte + mano	de obra)			Q	300.00	
CO	STOS INDIRECTOS						
1	Gastos administrativos %		10%		Q	30.00	
2	Dirección de campo %		10%		Q	30.00	
3	Utilidades %		10%		Q	30.00	
	Total costos indirectos				Q	186.63	
	Costo total del rengión:				Q	384.93	
	Costo unitario del renglón:				Q	384.93	
					•		
	TOTAL DE PROYECTO				Q 3	09,870.18	

Fuente: Ing. Civil Pedro Taracena, 2016.

Anexo 5. Rutas de recolección de residuos y desechos sólidos municipales

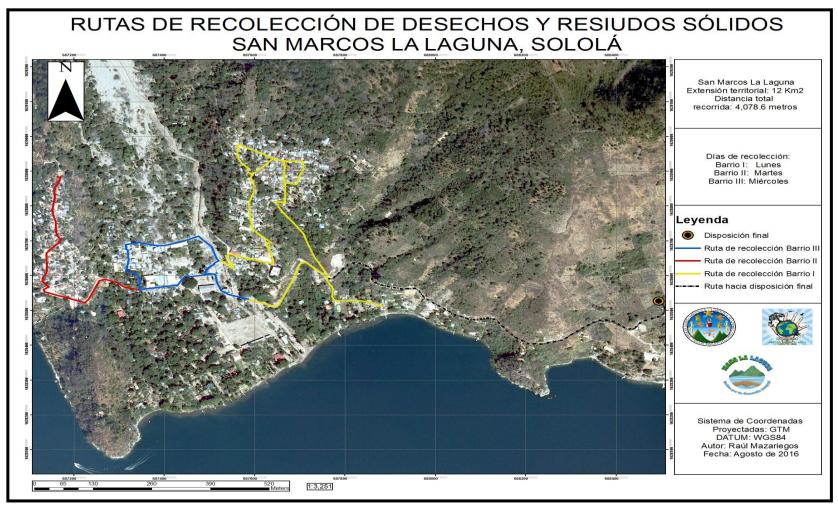


Figura No. 22. Mapa de rutas de recolección de residuos y desechos sólidos en el municipio.

Nota: Realizado con base en datos proporcionados por MAGA, 2006.

BARRIO III CAMINO A XEPAPA INICIA SAN MARÇOS, LA LAGUNA CAMINO A BARRIO I BARRIO II CAMINO A ATZUNUNA MUELLE PUBLICO CERRO TZANKUJIL MAPA DEL MUNICIPIO SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ.

Anexo 6. Croquis del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá

Figura No.23. Croquis del municipio de San Marcos La Laguna.

Fuente: Municipalidad de San Marcos La Laguna, Sololá.

VIVIENDAS MUESTREADAS, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ San Marcos La Laguna, Sololá Extensión territorial: 12 km2 Número de viviendas dentro de la muestra: 281 Barrio I: 53 Barrio II: 84 Barrio III: 144 Elementos del mapa Viviendas División administrativa Barrios Barrio II Barrio III Sistema de Coordenadas Proyectadas: GTM Datum: WGS84 Autor: Raúl Mazariegos Fecha: Septiembre, 2016

Anexo 7. Viviendas dentro de la muestra, San Marcos La Laguna, Sololá

Figura No.24. Viviendas dentro de la muestra, San Marcos La Laguna, Sololá.

Nota: Elaborado con base en datos proporcionados por MAGA, 2006.

Anexo 8. División administrativa, San Marcos La Laguna, Sololá

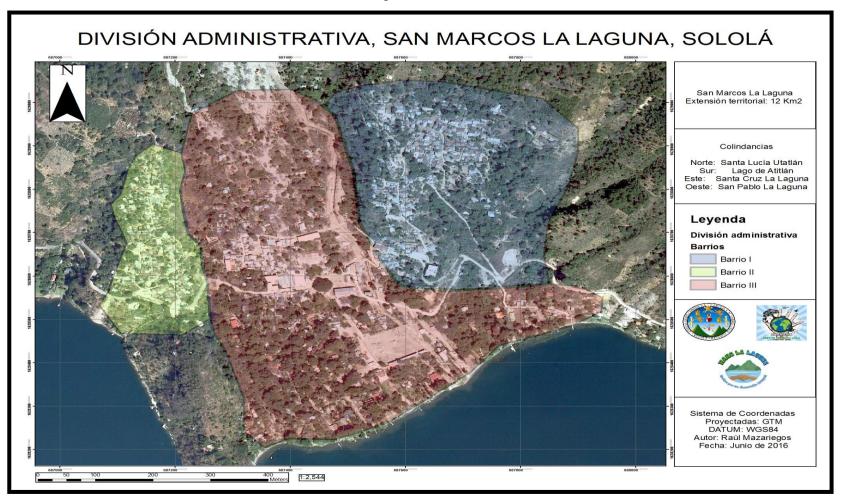


Figura No.25. División administrativa, San Marcos La Laguna, Sololá.

Nota: Elaborado con base en datos proporcionados por MAGA, 2006.

Anexo 9. Plano del actual relleno sanitario, San Marcos La Laguna, Sololá

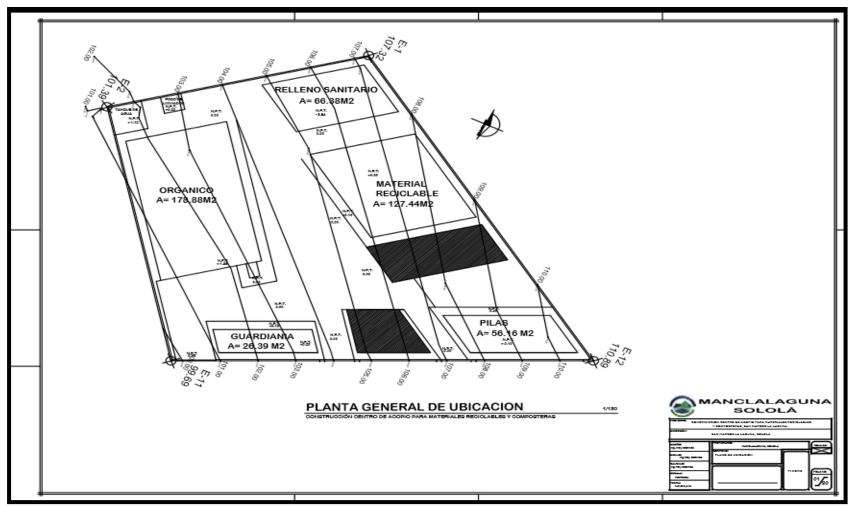
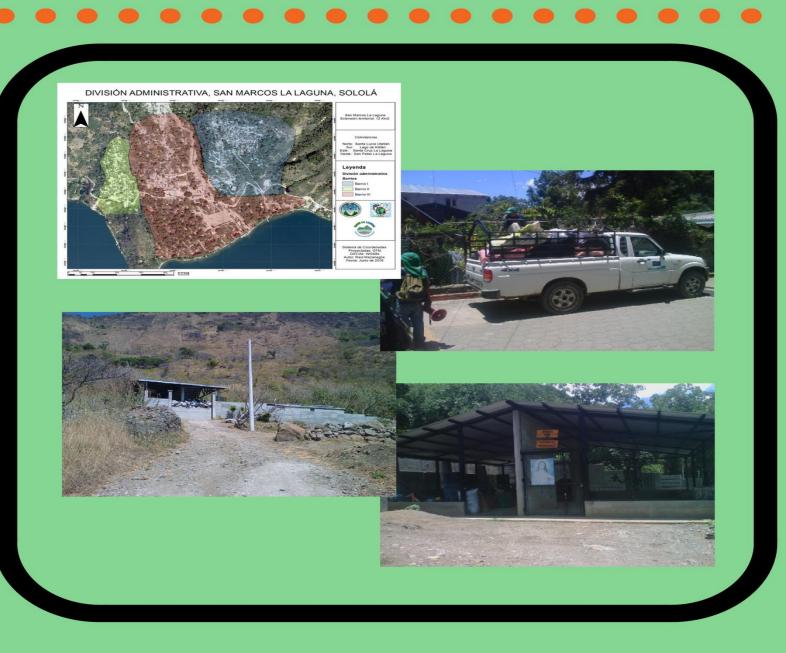


Figura No. 26. Plano de ubicación del actual relleno sanitario, San Marcos La Laguna, Sololá.

Fuente: MANCLALAGUNA, 2016.

Anexo No 10. Manual para el manejo integral de residuos y desechos sólidos generados en San Marcos La Laguna, Sololá.

# MANUAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ



# i. ÍNDICE GENERAL

	Cont	enido	Página
l.	PRE	SENTACIÓN	118
II.		ETIVOS	119
	2.1.	General	119
	2.2.	Específicos	120
III.	SIST	EMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y	
	DES	ECHOS SOLIDOS, SAN MARCOS LA LAGUNA,	
	SOL	OLÁ	120
	3.1.	Generación	120
	3.2.	Clasificación desde la fuente	121
		3.2.1. Clasificación	121
		3.2.1.1. Clasificación a nivel de usuario	121
		3.2.1.2. Composición física	121
		a. Orgánico	121
		b. Inorgánico	122
		c. Inorgánico recuperable	122
		d. Inorgánico no recuperable	122
	3.3.	Almacenamiento	122
	3.4.	Recolección y transporte	124
		3.4.1. Equipo de protección personal	127
	3.5.	Tratamiento y disposición final	128
		a. Recepción	128
		3.5.1. Material orgánico	129
		3.5.2. Material inorgánico	131
		a. Material inorgánico recuperable	131
		Manejo del plástico (PET)	132
		1.1. Importancia del PET	132
		Manejo de papel y cartón	133

	Cont	tenido	Página
		Manejo de metales	134
		4. Manejo del vidrio	134
		3.5.3. Material inorgánico no recuperable	135
	3.6.	Reglamento para la administración y funcionamiento	
		del sistema de gestión integral de residuos y	
		desechos sólidos	138
		3.6.1. Estrategias de cumplimiento	138
IV.	GLO	SARIO DE TÉRMINOS	139
V.	BIBL	IOGRAFÍA	141
VI.		xos	142
	Anex	to 1. Campaña de sensibilización sobre residuos y	
		desechos sólidos	142
	Anex	to 2. Clasificación adecuada de los residuos y	
		desechos sólidos	144
	Anex	co 3. Instrumento de sensibilización del sistema de	
		gestión integral de residuos y desechos sólidos,	
		San Marcos La Laguna, Sololá	145
	Anex	co 4. Presupuesto para la construcción de relleno sanitario	
		y laguna de estabilización de lixiviados	147

# ii. ÍNDICE DE FIGURAS

	Figura	Página
1.	Recipientes ideales para clasificación	123
2.	Rutas de recolección	125
3.	Área de recepción	129
	Bodega de material reciclable	132
5.	Área de clasificación del vidrio	135
6.	Plano de construcción de relleno sanitario	137
7.	Clasificación adecuada de los residuos y desechos sólidos	144
8.	Instrumento de sensibilización	145
9.	Continuación de instrumento de sensibilización	146

# iii. ÍNDICE DE CUADROS

	Cuadro	Página
1.	Horario de recolección	126
2.	Dotación anual de herramientas y equipo de protección	127
3.	Técnica de manejo de residuos y desechos sólidos	128
4.	Campaña de sensibilización sobre residuos y desechos	
	sólidos	142
5.	Presupuesto para la construcción de relleno sanitario y	
	laguna de estabilización de lixiviados	147

# I. PRESENTACIÓN

A nivel nacional, la problemática del manejo de los residuos y desechos sólidos se agrava, especialmente a nivel local. Situación que se encuentra influenciada por la falta de cultura de la población y desinterés por parte de las autoridades municipales.

En la búsqueda de alternativas de solución a ésta problemática, se presenta el "MANUAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS", el cual es una herramienta de autogestión y guía que promueva la participación activa de los diversos sectores de la sociedad del municipio, acompañado de acciones formativas para la educación ambiental de la población, la ampliación del servicio municipal de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, y el fortalecimiento económico partiendo del aprovechamiento de los materiales que llegan al proceso

El manual incluye los lineamientos generales que la municipalidad debe aplicar para darle un manejo integral a los residuos y desechos sólidos generados que van desde la etapa de generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

La aplicación de los métodos que conforman el manual busca transmitir las buenas prácticas basadas en la clasificación de los residuos y desechos sólidos en la fuente generadora, recolección y transporte frecuente, y el tratamiento y disposición final ideal de los mismos; acción que se inserta en la normativa ambiental vigente y a la vez se adhiere a los esfuerzos para la conservación de la Reserva de Usos Múltiples del Lago Atitlán.

Por lo anterior, se presenta este documento con el objetivo primordial de impulsar un proceso de educación ambiental que garantice un nivel de vida digno de la población mediante el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.

## II. OBJETIVOS

## 2.1. General

 Establecer los lineamientos mínimos necesarios para el funcionamiento eficiente del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de San marcos La Laguna, Sololá.

# 2.2. Específicos

- Describir las fases del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos.
- Determinar las actividades de mantenimiento de todas las fases del sistema de gestión integral.
- Proponer mejoras en las etapas de recolección, clasificación, tratamiento y disposición final.

# III. SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ

El sistema inició a funcionar en el año 2,014 gracias al apoyo de las organizaciones: Mancomunidad La Laguna, África 70 y Municipalidad de San Marcos La Laguna; y en la actualidad no cuenta con un documento que sistematice todos los procesos que sirvan de base para la eficiencia de las labores dentro del mismo.

Para el año 2,016 el sistema se encuentra integrado por: seis operarios, dos cobradores y un coordinador del servicio; el mismo consta de las fases: generación, almacenamiento, recolección y transporte, tratamiento y disposición final; además cuenta con un reglamento para la administración y funcionamiento, creado en el año 2013.

A continuación se describen las fases que comprende el sistema, incluyendo actividades de mantenimiento y propuestas de mejora:

## 3.1. Generación

Con el propósito de determinar las características cualitativas y cuantitativas de los residuos y desechos sólidos generados a nivel municipal, en el año 2010 se elaboró una caracterización, la cual sirvió como base para la construcción de la actual planta de tratamiento.

De acuerdo con el estudio, en el casco urbano municipal el peso de los residuos y desechos sólidos es de 803.00 toneladas métricas por año, el volumen corresponde a 3,212 m³ y la generación por habitante día equivale a 0.57 Kg; de éstos el 54% (0.3078 Kg) pertenece a material orgánico, el 45% (0.2565 Kg) al material inorgánico esparcidos en 28% (0.0718 Kg) de material recuperable y 72% (0.1846 Kg) de material no recuperable.

## 3.2. Clasificación desde la fuente

## 3.2.1. Clasificación

En la actualidad los usuarios y operarios del servicio no toman en cuenta la naturaleza de su origen o los riesgos potenciales de contaminación al ambiente, para clasificar los residuos y desechos sólidos generados en las viviendas.

Como parte del manual se incluye una campaña de sensibilización sobre el manejo adecuado de los residuos y desechos sólidos, en la cual se le enseñará al usuario cómo clasificar adecuadamente. (Ver anexo no. 1, página 142)

#### 3.2.1.1. Clasificación a nivel de usuario

Para realizar la clasificación, el usuario debe atender las consideraciones sobre la composición química que se describen a continuación (Ver anexo 2, página 144):

## 3.2.1.2. Composición física

La clasificación de acuerdo a la composición física consiste en separar los residuos y desechos sólidos en orgánico, inorgánico, recuperable y no recuperable.

## a. Orgánico

Son residuos que generalmente tienen un origen biológico y su constituyente principal es el agua. Éstos se constituyen por restos alimenticios, estiércol y hojas secas.

## b. Inorgánicos

Su conformación consiste en material con incapacidad de degradarse o llevan un tiempo considerable hacerlo. Dentro de este parámetro se encuentran los metales, bolsas, vidrio y plástico.

## c. Inorgánicos recuperables

Pueden ser reutilizados al incorporarlos a procesos productivos como el reciclaje y comercialización. Como material recuperable se menciona: el vidrio, plástico y cartón.

# d. Inorgánicos no recuperables

No recuperables son los desechos que no se descomponen de manera natural, se originan de minerales o material sintético. Como ejemplo de ellos están: pañales desechables, envolturas y bolsas plásticas.

## 3.3. Almacenamiento

A nivel municipal, el proceso de almacenamiento en el sitio consiste en acumular cualquier tipo residuo y desecho sólido en un recipiente o bolsas sin identificación, esperando hacer entrega de ellos al tren de aseo.

El almacenamiento es la actividad de colocar los residuos y desechos sólidos en recipientes apropiados, de acuerdo con las cantidades generadas, el tipo de residuos y la frecuencia del servicio de recolección. (Jaramillo, J.; 1999)

Es responsabilidad del usuario el correcto almacenamiento, así como la colocación de los recipientes en los lugares indicados (borde de la acera o

junto a la puerta de la casa) con la debida frecuencia, fecha y horarios establecidos por el servicio de recolección.

El propósito del almacenamiento adecuado consiste en:

- Evitar accidentes
- Evitar la proliferación de botaderos no autorizados
- Minimizar el impacto visual y olfativo
- Facilitar la recolección

En la figura no. 1 se presentan los recipientes adecuados basados en el Código Internacional de Colores, los cuales facilitan la fase de clasificación y almacenamiento.



Figura No. 1. Recipientes ideales para clasificación

Fuente: Duarte, F.; 2012.

Es responsabilidad de la Municipalidad dotar a los usuarios de los recipientes adecuados para realizar la clasificación y almacenamiento de los residuos y desechos sólidos.

La calidad de la fase de recolección y transporte depende de la forma adecuada en que los usuarios realizan la clasificación y almacenamiento establecidos por el sistema de gestión integral.

# 3.4. Recolección y transporte

La recolección adecuada consiste en la recogida y transporte de los residuos y desechos sólidos preservando la clasificación y almacenamiento realizado por los usuarios.

En la actualidad el sistema no cuenta con un diseño de la ruta que debe seguir para realizar una efectiva recolección de material generado por los usuarios. (Mendoza, J.; 2016).

Para que éste proceso sea eficiente, se diseñó una ruta atendiendo las siguientes sugerencias:

- Distribución de los usuarios
- Localización, número y capacidad de los recipientes donde se encuentren los puntos generadores
- Tipo de residuo generado
- Ubicación del sitio de disposición final

La ruta atiende a los 1,043 usuarios del servicio, dentro de los tres Barrios del municipio. La distancia total recorrida desde el Barrio II hasta el sitio de disposición final corresponde a 4,0178.6 metros.

La frecuencia de recolección debe estar en función de la capacidad de almacenamiento y el tipo de residuo generado. El tiempo de permanencia de los residuos y desechos sólidos debe ser el mínimo posible, especialmente la generación de material orgánico. (Lichtinger, V.; Arriaga, R.; Bolaños, A. y Aguilar, J.; 2001).

A continuación se presenta el mapa que incluye las rutas de recolección a realizarse en los Barrios I, II y III.

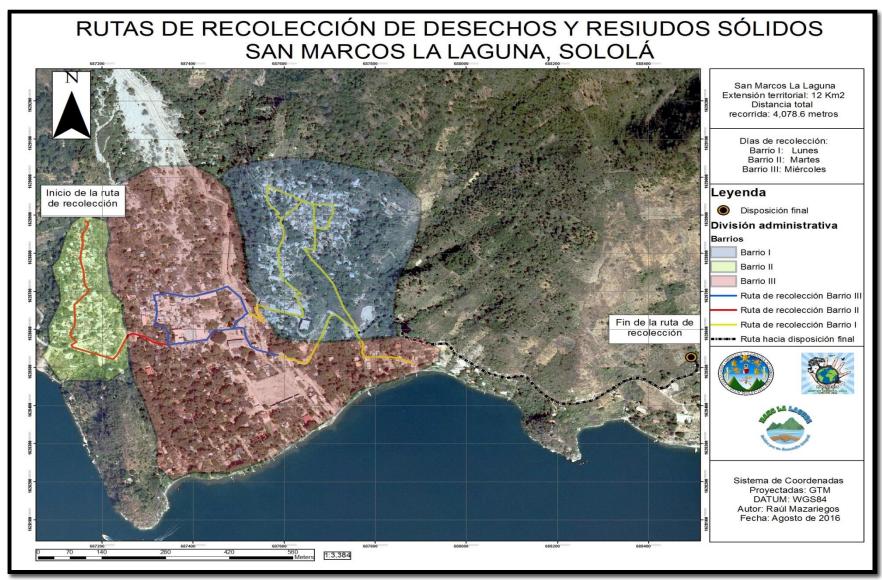


Figura No. 2. Rutas de recolección;

Nota: Realizado con base en datos proporcionados por MAGA, 2006.

Actualmente el servicio de recolección funciona a cada 15 días, situación que debe ser modificada para evitar la generación de malos olores y proliferación de plagas en los domicilios debido a la acumulación de residuos. Por esta razón, se propone el siguiente horario y días:

Cuadro No. 1. Horario de recolección

Día	Horario	Barrio(s)	
Lunes	8:00 A.M. – 12:00	Barrio II	
Larios	A.M.	Barrio	
Martes	8:00 A.M. – 12:00	Barrio III	
Wartoo	A.M.	Barrio III	
Miércoles	8:00 A.M. – 12:00	Barrio I	
Will of octoo	A.M.	Dame 1	
Jueves	8:00 A.M. – 12:00	Barrio II y III	
040700	A.M.	Baine ii y iii	
Viernes	8:00 A.M. – 12:00	Barrio I	
Vicinios	A.M.	Barrior	

Ésta actividad se realizará todos los días hábiles de la semana con el propósito de evitar que los usuarios se inclinen por otras opciones de manejo, tales como "quemarlos" y botarlos en cualquier sitio", impactando de forma negativa a la salud humana y al ambiente.

Además, es necesario contar con un área para el almacenamiento, lavado, limpieza y desinfección periódica de los recipientes utilizados para depositar los residuos y desechos sólidos de los usuarios, vehículo de recolección y demás implementos utilizados en ésta etapa.

El vehículo recomendable para realizar la recolección debe ser tipo Pick-Up, el cual debe tener cubierta la plataforma de carga por una baranda, de manera que ésta evite la caída los residuos recolectados.

Se recomienda que para no causar molestias a los usuarios, informar con anticipación cuando el servicio no funcione en determinada fecha.

# 3.4.1. Equipo de protección personal

De acuerdo a observaciones realizadas durante la etapa de recolección, se sugiere a la Municipalidad dotar con el siguiente de equipo de protección personal uniforme a los operarios del sistema, según cotizaciones realizadas en los comercios de San Pedro La Laguna, Sololá; 2016.

Cuadro No. 2. Dotación anual de herramientas y equipo de protección.

No.	Material	Cantidad	Costo por unidad	TOTAL
1	Botas de hule	16 pares	Q 75.00 C/Par	Q 1,200.00
2	Guantes de hule	96 pares	Q 20.00 C/Par	Q 1,920.00
3	Gabacha	16 unidades	Q 20.00 unidad	Q 320.00
4	Mascarillas de alta protección	160 unidades	Q 55.00 caja de 20 u	Q 440.00
5	Gorros	16 unidades	Q 40.00 C/unidad	Q 640.00
6	Camisa (uniforme)	16 unidades	Q 80.00 C/unidad	Q 1,280.00
7	Pantalón (uniforme)	16 unidades	Q 100.00 C/U	Q 1,600.00
Tota	Total anual			

Para preservar la calidad de las herramientas y equipo de protección personal se sugiere brindar mantenimiento mediante el lavado dentro de las áreas específicas después de su uso.

### 3.5. Tratamiento y disposición final

Al ser recolectados y antes de ser llevados al sitio de disposición final, los residuos y desechos sólidos deben ser sometidos a procesos que produzcan beneficios operativos, económicos y sanitarios. Estos procesos, conocidos como tratamiento, posibilitan la protección del hombre y del ambiente. (Fernández, A. y Sánchez M.; 2007).

Cuadro No. 3. Técnica de manejo de residuos y desechos sólidos

Tipo	Técnica de manejo				
No recuperables o inertes	Relleno sanitario				
Orgánicos	Compostaje, lombricultura, alimentació de animales, entre otros				
Reciclables: plástico, vidrio, cartón y chatarra	Reuso, venta, entre otros.				
Peligrosos	Servicio de gestión de residuos bioinfecciosos (ECOTERMO)				
Escombros (material originado en construcción, remodelación o demolición de estructuras)	Aprovechamiento, escombreras autorizadas				

### a. Recepción

En la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos se cuenta con el área de recepción. En éste sitio se realiza el proceso de clasificación del material inorgánico recuperable y no recuperable.

Como parte de las sugerencias de mejora dentro del área de recepción, se plantea incluir una mesa de concreto para simplificar el trabajo de los operarios a cargo de la separación. El precio de ésta oscila en Q 798.00.

Además, aparte de los seis operarios actuales, en esta área deben laborar diariamente dos operarios a cargo de la clasificación en la planta, para brindar un posterior tratamiento y disposición final.



Figura No. 3. Área de recepción

#### 3.5.1. Material orgánico

La técnica propuesta consiste en el tratamiento del material orgánico mediante la elaboración de abono orgánico o compostaje, para evitar prácticas inadecuadas de quema, enterramiento acumulación en lugares que se convierten en focos de contaminación. (Fernández, A. y Sánchez M.; 2007).

Se ha seleccionado esta técnica para brindar tratamiento al material orgánico que los usuarios envían en el servicio de recolección, debido a que no es necesario agregar ningún componente físico ni químico para que se lleve a cabo.

Las etapas que los operarios deben cumplir para la elaboración de compostaje, son las siguientes:

- Para iniciar con la elaboración del compostaje, se debe seleccionar el área que debe medir como mínimo 2 metros cuadrados.
- Se debe prepara el lugar limpiándolo, asegurando la disponibilidad de suelo para el proceso de compostaje. Colocar un corte de material plástico color negro para asegurar la retención de lixiviados.
- Preparar los materiales secos (hojas secas), materiales verdes, frescos o húmedos (cáscaras, hojas y frutos en descomposición).
- Estos materiales se acumulan durante 15 días y se tapan para que no generen vectores de enfermedades.
- Para agilizar la descomposición de los materiales dentro de la pila de compostaje, es necesario moverlos al menos 2 veces por semana.
- Los operarios deben considerar no agregar dentro de la pila de compostaje residuos tales como: desperdicios de comida de origen animal, pescado, huesos y productos lácteos ya que estos generan vectores. Se puede agregar: tierra, estiércol de vaca, de caballo, cabras y conejos.
- Se debe tener presente mantener cubierta la pila de compost con plástico negro.
- Durante la fase de descomposición, se debe verificar que la temperatura de la pila oscile entre los 40 o 50 C<sup>O</sup>.
- En la fase de maduración es necesario observar constantemente la mezcla (3 veces por semana), ésta debe tener un color a tierra negra húmeda y olor a fermentación. El compost en esta fase disminuye su temperatura, tiene un aspecto maduro y desintegrado.
- Después de 6 semanas, se procede a cosechar el compost.

El producto final del compostaje del material orgánico es el compost, un material rico en humus y nutrientes minerales que puede ser utilizado en la agricultura como mejorador de suelos. Este abono orgánico generaría ingresos al sistema de gestión integral por su venta.

### 3.5.2. Material inorgánico

El tratamiento ideal del material inorgánico inicia en las viviendas de los usuarios con la separación del material recuperable y no recuperable.

### a. Material inorgánico recuperable

Para el material inorgánico que se encuentra dentro de la planta, se propone el tratamiento que consiste en la técnica de reciclaje.

Los beneficios del reciclaje son los siguientes:

- Conservación de los recursos naturales
- Ahorro de energía
- Generación de ingresos económicos
- Sensibilización a los habitantes sobre los problemas ambientales y sociales

El plástico, papel, cartón, metales y vidrio son los materiales recuperables que ocupan el 28% (0.0718 kg/hab/día) de los residuos y desechos sólidos inorgánicos generados en San Marcos La Laguna.

Dentro del sitio de disposición final se cuenta con un área específica para almacenar el material reciclable compactado, esperando por su comercialización.



Figura No. 4. Bodega para material reciclable.

### 1. Manejo del plástico (PET)

Generalmente es el primer plástico que se fabrica para envasar contenido de líquidos para consumo humano y generalmente son muy claros: botellas para agua, gaseosas, aceites y algunos licores. (Jaramillo, J.; 1999).

### 1.1. Importancia del PET

- Constituye el 80% el volumen de los residuos y desechos sólidos
- Los plásticos generalmente representan una amenaza por albergar criaderos de zancudos, contaminación de ríos, quebradas y fuentes de agua.

Los encargados de la planta de tratamiento y disposición final deben atender los siguientes procesos para emplear la técnica del reciclaje:

 Separar el plástico del resto de residuos y desechos sólidos y categorizarlo en PET: envases de gaseosas, envases para agua, aceites comestibles y licores; y en PVC3, PEBD 4, PP5, PS6: botes de aceites para vehículos, guacales viejos, cántaros, sillas plásticas,

- masetas, agroquímicos (deben ser lavados), envases de yogurt, envases de helados, envases de margarina.
- Los operarios deben limpiar o retirar objetos en los contenedores plásticos como: tierra y otros productos.
- Preparar el material para su almacenamiento, esta fase implica retirar los tapones de las botellas y utilizar la compactadora para reducir el volumen que éstos ocupan.
- Almacenar el producto compactado en bolsas plásticas, facilitando su transporte y comercialización.

### 2. Manejo de papel y cartón

El reciclaje tanto del papel como del cartón es necesario e importante para disminuir y economizar energía, así se evita la contaminación de agua y reducción de la deforestación. (Lichtinger, V.; Arriaga, R.; Bolaños, A. y Aguilar, J.; 2001).

Los operadores a cargo de esta labor deben seguir los siguientes procedimientos para llevar a cabo el manejo del papel y cartón.

- Deben iniciar por la clasificación del papel reciclable: papel de impresión y escritura, sobres, listados de ordenador, guías telefónicas, catálogos, folletos, periódicos, revistas, libros, cartulinas, embalajes de papel y cartón; y no reciclable: papel de autocopiado, papel térmico para fax, etiquetas adhesivas, cartones de bebidas, papel encerado o parafinado, papel higiénico y sanitario, platos, tazas y vasos.
- Cortar el papel en piezas pequeñas.
- El operador debe almacenar el papel y cartón en bolsas plásticas, en espera por ser comercializados.

### 3. Manejo de metales

La técnica propuesta para el reciclaje de éste material es sencilla, consiste en mantenerlo limpio o libre de sustancias, entre más limpio se encuentre mayor aceptación tendrá ante los comercializadores autorizados. (Jaramillo, J.; 1999).

Para el adecuado manejo de los metales, los encargados deben realizar los siguientes procesos:

- Separar los metales del resto de residuos.
- Limpiar o retirar objetos contenidos o adheridos en los metales como: tierra, cemento, cobertura plástica, entre otros.
- Ordenar los metales para su almacenamiento, fácil manipulación y posterior comercialización.

### 4. Manejo del vidrio

Los envases de vidrio se pueden recuperar, por diversos métodos como la utilización de envases retornables o a partir de la selección del mismo después de reciclar. (Jaramillo, J,; 1999).

En la planta se encuentran piletas específicas para el manejo del vidrio. En la actualidad éstas no son utilizadas debido a la falta de conocimiento por parte de los operarios.



Figura No. 5. Área de clasificación del vidrio

Por tal razón, se sugiere a los operarios de la planta seguir los procesos que se detallan a continuación:

- Separar el vidrio del resto de residuos y desechos sólidos.
- Limpiar o retirar objetos contenidos, quitar etiquetas adheridas en las botellas y lavar el vidrio. Clasificarlo en vidrio claro, vidrio oscuro y vidrio mixto.
- Preparar las botellas de vidrio secadas ordenadamente y colocarlas en las respectivas piletas.
- Ordenar adecuadamente para facilitar su almacenamiento y su posterior comercialización.

### 3.5.3. Material inorgánico no recuperable

En el municipio de San Marcos La Laguna se generan 0.1846 kg/hab/día de material no recuperable, correspondiente al 32% del total generado.

Al no poder darse ningún tipo de tratamiento, el material inorgánico no recuperable debe ir directamente a un relleno sanitario.

Un relleno sanitario es una técnica de disposición final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Además, prevé los problemas que pueden causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica. (Jaramillo, J.; 1999).

Actualmente el sistema no cuenta con un relleno sanitario. Por tal motivo, se sugiere la construcción de uno planificado para 10 años, con un área a ocupar de 2,520 m², tomando como base el volumen del material no reciclable de 197 kg/m³. Se debe considerar la construcción del relleno sanitario a un costado de la planta de tratamiento y disposición final para reducir costos de transporte del material. Se plantea que la ubicación ideal se encuentre en las coordenadas Norte= 688515 y Este= 1628527.

Asimismo, se propone la construcción de una laguna de estabilización de lixiviados, con el propósito de brindar tratamiento a los residuos líquidos generados en el relleno. Ambas construcciones tiene un costo total de Q 309,870.18.

A continuación se presenta el plano de construcción del relleno sanitario y laguna de estabilización de lixiviados.

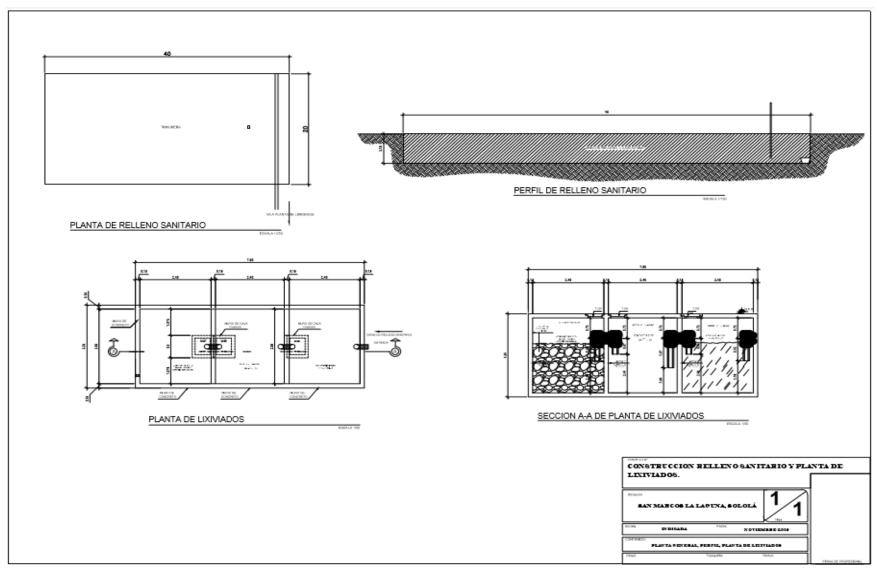


Figura no. 6. Plano de construcción del relleno sanitario; con base en información proporcionada.

Fuente: Ing. Civil Pedro Taracena; 2016.

### 3.6. Reglamento para la administración y funcionamiento del sistema de gestión integral de residuos y desechos sólidos

Una de las fortalezas del sistema es el reglamento para la administración y funcionamiento del sistema de gestión integral, sin embargo éste se incumple y ello se ve reflejado en la proliferación de botaderos no autorizados, no se clasifican los residuos y desechos en las viviendas y los recipientes en áreas públicas no se encuentran debidamente identificados.

Por tal razón, se proponen las siguientes medidas a las autoridades municipales para el cumplimiento de la normativa.

### 3.6.1. Estrategias de cumplimiento

- Socializar a la población la existencia del documento y detallar los artículos que lo conforman mediante reuniones con los involucrados.
- Los habitantes, autoridades municipales, organizaciones con presencia en el municipio, establecimientos educativos y población en general deben velar por el cumplimiento del reglamento.
- Capacitar al personal de la Unidad Municipal de Gestión Ambiental y Riesgo (UMGAR) para la recepción y seguimiento de denuncias relacionadas a la normativa.
- Aplicar las sanciones que se establecen en el reglamento para quienes lo incumplan, a través de las denuncias que se reciban en la UMGAR.

### IV. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Cualquier actividad humana que se realiza en las viviendas y comercios genera diversos tipos de residuos y desechos, los cuales deben ser manejados en forma integrada, de lo contrario provocan daños a la salud y ambiente. El manejo ideal de los residuos y desechos sólidos es un proceso que parte de la generación y debe continuar con la recuperación, clasificación, transporte, tratamiento y disposición final.

- **Residuos:** Material o desperdicio que no tiene ningún valor económico para el usuario, pero sí un valor comercial para su recuperación.
- Desecho: Material resultante de cualquier actividad que esté destinado al desuso, no será utilizado, recuperado o reciclado.
- Generación: Es la etapa inicial propiciada por los hábitos de consumo del ser humano, generando residuos como: Inorgánicos (Plástico, vidrio, aluminio, vidrio, hierro, entre otros), residuos orgánicos (Papel, hojarascas, desperdicio de hortalizas, desperdicios de frutas, entre otros) e inertes (ripio, rocas, derivados de construcción, entre otros).
- Clasificación: Es la acción de separar los residuos y desechos según su composición, de igual manera incluye dos grandes grupos: los orgánicos y los inorgánicos, para aprovecharlos nuevamente mediante diferentes métodos: reciclaje para inorgánicos y compostaje para orgánicos.
- Almacenamiento: Es la fase de conservar temporalmente el material recuperado y clasificado que se genera después de realizar determinada

actividad, para ello es necesario contar con un lugar del área de la vivienda y colocar recipientes que permitan hacer la debida clasificación.

- Recolección: Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos y desechos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la persona prestadora del servicio.
- Tratamiento: Conjunto de procesos y operaciones a través de los cuales se modifican las características físicas, químicas y biológicas de los residuos y desechos sólidos con el propósito de reducir su volumen e impactos negativos para la salud y el ambiente.
- Disposición final: Proceso de aislar y confinar los residuos y desechos, en especial los no aprovechables, de forma definitiva en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados.
- Manejo integral: Adopción de medidas necesarias en actividades de prevención, reducción y clasificación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y disposición final.
- Impacto ambiental negativo: Deterioro o perjuicio que se ocasione o a uno de más de sus componentes, en contravención a las normas legales. El impacto será grave cuando ponga en peligro la salud de grupos humanos, ecosistema o especies de flora y fauna.
- Desastre natural: Acontecimiento de alteración del ambiente, inducido o producido por acción humana, que por su gravedad ponga en peligro la vida, las actividades humanas o genere un daño significativo para los recursos naturales.

### V. BIBLIOGRAFÍA

- Duarte, F. 2012. Propuesta de Plan de Manejo de Residuos aplicables a pequeñas y medianas empresas productoras de plásticos de la ciudad de Guatemala, fundamentada en el Acuerdo Municipal 028-2002. Consultado el 12 de abril del 2016.
- 2. Fernández, A. y Sánchez M. 2007. Guía para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. (Documento digital en línea). Consultado el 19 de febrero de 2017. Disponible en: http://www.sustenta.org.mx/3/wp-
- Jaramillo, J. 1999. Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales.
   (Documento digital en línea). Consultado el 19 de febrero de 2017.
   Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf
- 4. Lichtinger, V.; Arriaga, R.; Bolaños, A. y Aguilar, J. 2001. Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales. (Documento digital en línea). Consultado el 19 de febrero de 2017. Disponible en: https://www.unido.org/fileadmin/import/72852\_Gua\_Gestin\_Integral\_de\_RS U.pdf
- Mendoza, J. 2016. Actividades que realiza la UMGAR en el municipio de San Marcos La Laguna. (Entrevista). Coordinador. Unidad Municipal de Gestión Ambiental y Riesgo. San Marcos La Laguna, Sololá, GT.

### VI. ANEXOS

**Anexo 1.** Campaña de sensibilización sobre el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos.

Cuadro No. 4. Campaña de sensibilización sobre residuos y desechos sólidos.

Objetivo	Actividad	Responsable	Involucrados	Costo, Q
-Reducir la generación de los residuos y desechos sólidos en San Marcos La Laguna, Sololá.	-Capacitar a los representantes de cada Barrio sobre la importancia de la reutilización de los residuos.	-Personal de la Unidad Municipal de Gestión Ambiental y Riesgo.	-Los operarios del sistema y los representantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE)	-El costo de la capacitación oscila en Q 150.00
-Mostrar la forma adecuada de clasificar los residuos y desechos sólidos.	-Capacitar a los usuarios del servicio sobre la clasificación adecuada de los residuos y desechos sólidos.	-Personal de la Unidad Municipal de Gestión Ambiental y Riesgo.	-Personal de la UMGAR y los usuarios del servicio	-El costo por capacitación asciende a Q 200.00
-Describir mecanismo para almacenar los residuos y desechos	-Capacitar a los operarios del sistema sobre la forma adecuada para almacenar los	-Personal de la UMGAR.	-Los operarios del sistema y los integrantes de la UMGAR.	-El costo de la actividad oscila en Q 100.00

Objetivo	Actividad	Responsable	Involucrados	Costo, Q
sólidos.	residuos y desechos sólidos en el tren de aseo.			
-Socializar las mejoras del servicio de recolección	-Reunir a los usuarios y operativos para informarles sobre las mejoras.	-Personal de la UMGAR.	-Los usuarios, operarios del sistema y personal de la UMGAR.	-El costo por reunión asciende a Q 400.00
-Mejorar el funcionamiento del sistema de gestión integral de los residuos y desechos sólidos.	-Capacitar a los operarios del sistema sobre los procesos que deben seguir para brindar tratamiento y disposición adecuados.	-Los responsables de la capacitación son los integrantes de la UMGAR.	-Los involucrados en la capacitación son los operarios del sistema y los integrantes de la UMGAR.	-El costo de la capacitación asciende a Q 100.00

Anexo No. 2. Clasificación adecuada de los residuos y desechos sólidos.



Figura no. 7. Clasificación adecuada de los residuos y desechos sólidos.

San Marcos La SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ Laguna, Sololá Sistema de Gestión Integral de Elementos del mapa Residuos y San Marcos La Lagur Curvas de nivel Lago de Atitlán Desechos Sólidos "Si nos esforzamos, todos lograremos mantener limpio nuestro entorno y así nos sentiremos orgullosos de nuestro municipio." Por un municipio limpio.

Anexo No. 3. Instrumento de sensibilización del sistema de gestión integral de residuos y desechos sóidos.

Figura no. 8. Instrumento de sensibilización.

#### Sistema de Gestión In--Etapa de clasificación y alma--Etapa de tratamiento y dispocenamiento sición final tegral de Residuos y la Desde fuente generadora Se da tratamiento a los residuos y Desechos Sólidos (vivienda) los residuos y desechos desechos sólidos de la siguiente masólidos deben ser separados en: ornera: gánicos, inorgánicos recupera-Orgánicos a través del composbles e inorgánicos no recupera-En el sistema actualmente laboran 9 personas: 6 operarios, 2 cobradores bles. Inorgánicos recuperables mey 1 coordinador del sistema. Deben ser almacenados en recipiendiante la comercialización. tes debidamente identificados Inorgánicos no recuperables El sistema inició operaciones en el -Etapa de recolección y transson dirigidos al relleno sanitaaño 2,014 y actualmente comprenporte de las fases de generación, almace-La recolección se realizará de 8 A.M. namiento, recolección, transporte, todos los días, de la siguiente forma: tratamiento y disposición final. Barrio II Lunes: Martes: Barrio III -Etapa de generación Miércoles: Barrio I En San Marcos La Laguna se generan 0.57 kg/hab/día. Jueves: Barrio II y III Viernes: Barrio I

Figura no. 9. Continuación de instrumento de sensibilización.

**Anexo 4.** Presupuesto para la construcción de relleno sanitario y laguna de estabilización de lixiviados **Cuadro No. 5.** Presupuesto para la construcción de relleno sanitario y laguna de estabilización de lixiviados.

## PRESUPUESTO DESGLOSADO CONSTRUCCION PLANTA DE RELLENO SANITARIO Y PLANTA DE LIXIVIADOS

Rei	nglón: TRABAJOS PRELIMINARES					
	CANTIDAD	55.11	Mts2			
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q Unitario		Costo Total
	MATERIA	LES	_			
1	Cinta, hilo, cal, trompos, estacas, clavos	1.00	unidad	Q 100.00	Q	100.00
2	Alquiler de equipo topográfico	1.00	unidad	Q 342.22	Q	42.22
	MANO DE C	BRA				
1	Preliminares, topografía, marcaje, nivelación, afinación	1.00	días	Q 400.00	Q	400.00
2	Mano de obra no calificada	1.00	días	Q 145.30	Q	145.30
CO	STOS DIRECTOS					
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	de obra)			Q	987.52
CO	STOS INDIRECTOS					
1	Gastos administrativos %		10%		Q	98.75
2	Dirección de campo %		10%		Q	98.75
3	Utilidades %		10%		Q	98.75
	Total costos indirectos				Q	197.13
	Costo total del rengión:				Q	1,377.75
	Costo unitario del Renglón:				Q	25.00

Rei	ngión: MOVIMIENTO DE TIERRAS						
	CANTIDAD	102.41	Mts3				
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q Unitario			Costo Total
	MATERIA	LES					
1	Selecto	1.00	m3	Q	150.00	Q	150.00
	MAQUINARIA Y	' EQUIPO					
1	Retroescabadora	2.00	horas	Q	220.00	Q	440.00
2	Compactadora tipo rodo pequeño	1.00	global	Q	222.85	Q	222.85
	TRANSPO	RTE					
1	Transporte de material selecto	0.50	viajes	Q	800.00	Q	400.00
2	Transporte, acarreo y extracción de material de desecho	0.50	viajes	Q	800.00	Q	400.00
	MANO DE C	DBRA					
2	Mano de obra no calificada	2.00	dias	Q	300.00	Q	600.00
CO	STOS DIRECTOS						
	Total Costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mane	o de obra)				Q	2,212.85
CO	STOS INDIRECTOS		1	ı			
1	Gastos administrativos %		10%			Q	221.29
2	Dirección de campo %		10%			Q	221.29
3	Utilidades %		10%			Q	221.29
	Total costos indirectos					Q	663.87
	Costo total del rengión:					Q	3,072.30
	Costo unitario del renglón:					Q	30.00

Rei	Rengión: COMPARTIMIENTO ANAEROBICO									
	CANTIDAD	33.12	Mts3							
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q	Unitario		Costo Total			
	MATERIA	LES								
1	Cemento 4000 psi	115.00	sacos	Q	75.00	Q	,625.00			
2	Arena	22.00	m3	Q	250.00	Q	5,500.00			
3	Piedrin	25.00	m3	Q	290.00	Q	7,250.00			

4	Block	318.00	unidades	Q	5.00	Q	1,590.00
5	Acero 3/8 columnas	35.00	varillas	Q	24.00	Q	840.00
6	Acero 1/4 columnas	25.00	varillas	Q	8.00	Q	200.00
7	Acero 3/8 solera (intermedia+corona)	60.00	varillas	Q	24.00	Q	1,440.00
8	Acero 1/4 solera (intermedia+corona)	30.00	varillas	Q	8.00	Q	240.00
9	Alisado monocapa	10.00	sacos	Q	80.00	Q	800.00
10	Tapadera prefabricada	1.00	unidades	Q	800.00	Q	800.00
11	Tee PVC de 8 pulgadas	2.00	unidades	Q	550.00	Q	1,100.00
12	Tubería de PVC 8 "	1.00	unidad	Q	2,733.95	Q	2,733.95
13	Losa prefabricada (viguetas+bobedilla+malla+bastones)	5.91	m2	Q	1,500.00	Q	8,865.00
14	Encofrado	5.91	m2	Q	150.00	Q	886.50
14	Hilo/trazo	1.00	unidades	Q	5.13	Q	5.13
	TRANSPO	RTE					
1	Transporte, acarreo de materiales	5.50	viajes	Q	800.00	Q	4,400.00
	MANO DE C	DBRA					
1	Mano de obra calificada	15.00	dias	Q	1,200.00	Q	18,000.00
2	Mano de obra no calificada	15.00	dias	Q	870.00	Q	13,050.00
3	Fundido de losa	5.91	m2	Q	120.00	Q	709.20
CO	STOS DIRECTOS						
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	o de obra)				Q	7,034.78
CO	STOS INDIRECTOS						
1	Gastos administrativos %		10%			Q	,703.48
2	Dirección de Campo %		10%			Q	,703.48
3	Utilidades %		10%			Q	7,703.48
	Total costos indirectos					Q	3,110.43
	Costo total del rengión:					Q	01,678.40
	Costo unitario del rengión:					Q	3,070.00

Rei	ngión: COMPARTIMIENTO DE CLARIFICACION						
	CANTIDAD	33.12	Mts3				
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q	Unitario		Costo Total
MATERIALES							
1	Cemento 4000 psi	115.00	sacos	Q	75.00	Q	8,625.00
2	Arena	22.00	m3	Q	250.00	Q	5,500.00
3	Piedrín	25.00	m3	Q	290.00	Q	7,250.00
4	Block	318.00	unidades	Q	5.00	Q	1,590.00
5	Acero 3/8 columnas	35.00	varillas	Q	24.00	Q	840.00
6	Acero 1/4 columnas	25.00	varillas	Q	8.00	Q	200.00
7	Acero 3/8 solera (intermedia+corona)	60.00	varillas	Q	24.00	Q	,440.00
8	Acero 1/4 solera (intermedia+corona)	30.00	varillas	Q	8.00	Q	240.00
9	Alisado Monocapa	10.00	sacos	Q	80.00	Q	800.00
10	Tapadera prefabricada	1.00	unidades	Q	800.00	Q	800.00
11	Tee PVC de 8 pulgadas	2.00	unidades	Q	500.00	Q	1,000.00
12	Tubería de PVC 8 "	1.00	unidad	Q	2,781.84	Q	,781.84
13	Losa prefabricada (viguetas+bobedilla+malla+bastones)	5.91	m2	Q	1,500.00	Q	8,865.00
14	Encofrado	5.91	m2	Q	150.00	Q	86.50
14	Hilo/trazo	1.00	unidades	Q	3.96	Q	3.96
	TRANSPO	RTE					
1	Transporte, acarreo de materiales	8.50	viajes	Q	800.00	Q	6,800.00
	MANO DE C	DBRA		1		•	
1	Mano de obra calificada	15.00	dias	Q	1,200.00	Q	18,000.00
2	Mano de obra no calificada	15.00	dias	Q	870.00	Q	,050.00
3	Fundido de losa	5.91	m2	Q	120.00	Q	9.20
CO	STOS DIRECTOS			1		•	
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	de obra)				Q	79,381.50
CO	STOS INDIRECTOS			1		_	
1	Gastos administrativos %		10%			Q	,938.15
2	Dirección de campo %		10%			Q	,938.15
3	Utilidades %		10%			Q	,938.15

Total costos indirectos		Q	3,814.45
Costo total del rengión:		Q	01,678.40
Costo unitario del renglón:		Q	3,070.00

Rer	gión: COMPARTIMIENTO DE FILTRACION								
	CANTIDAD	33.12	Mts3						
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q	Unitario		Costo Total		
	MATERIALES								
1	Cemento 4000 psi	115.00	sacos	Q	75.00	Q	625.00		
2	Arena	22.00	m3	Q	250.00	Q	5,500.00		
3	Piedrín	25.00	m3	Q	290.00	Q	7,250.00		
4	Block	318.00	unidades	Q	5.00	Q	1,590.00		
5	Acero 3/8 columnas	35.00	varillas	Q	24.00	Q	840.00		
6	Acero 1/4 columnas	25.00	varillas	Q	8.00	Q	200.00		
7	Acero 3/8 solera (intermedia+corona)	60.00	varillas	Q	24.00	Q	1,440.00		
8	Acero 1/4 solera (intermedia+corona)	30.00	varillas	Q	8.00	Q	240.00		
9	Alisado monocapa	10.00	sacos	Q	80.00	Q	800.00		
10	Tapadera prefabricada	1.00	unidades	Q	800.00	Q	800.00		
11	Tee PVC de 8 Pulgadas	2.00	unidades	Q	550.00	Q	100.00		
12	Tubería de PVC 8 "	1.00	unidad	Q	2,710.00	Q	710.00		
13	Losa prefabricada (viguetas+bobedilla+malla+bastones)	5.91	m2	Q	1,500.00	Q	,865.00		
14	Encofrado	5.91	m2	Q	150.00	Q	886.50		
14	Hilo/trazo	1.00	unidades	Q	2.78	Q	2.78		
	TRANSPO								
1	Transporte, acarreo de materiales	11.00	viajes	Q	800.00	Q	8,800.00		
1	Mano de obra calificada	15.00	dias	Q	1,200.00	Q	18,000.00		
2	Mano de obra no calificada	15.34	dias	Q	870.00	Q	,345.80		
3	Fundido de losa	5.91	m2	Q	120.00	Q	709.20		
CO	STOS DIRECTOS								
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mar	no de obra)				Q	81,704.28		
CO	STOS INDIRECTOS								

1	Gastos administrativos %	10%	Q	8,170.43
2	Dirección de campo %	10%	Q	8,170.43
3	Utilidades %	10%	Q	8,170.43
	Total costos indirectos		Q	24,511.28
	Costo total del rengión:		Q	101,678.40
	Costo unitario del renglón:		Q	3,070.00

Rer	nglón: LIMPIEZA FINAL		1			
	CANTIDAD	1.00	unidad			
No	Descripción	Cantidad	Unidad	Q Unitario		Costo Total
	MATERIAL	_ES				
1	Retiro de materiales	1.00	unidad	Q 200.00	Q	200.00
1	Limpieza final	1.00	unidad	Q 100.00	Q	100.00
CO	STOS DIRECTOS					
	Total costos directos (materiales , maquinaria, transporte + mano	de obra)			Q	300.00
CO	STOS INDIRECTOS					
1	Gastos administrativos %		10%		Q	30.00
2	Dirección de campo %		10%		Q	30.00
3	Utilidades %		10%		Q	30.00
	Total costos indirectos				Q	186.63
	Costo total del rengión:				Q	384.93
	Costo unitario del renglón:				Q	384.93
	TOTAL DE PROYECTO				Q 3	09,870.18

Fuente: Ing. Civil Pedro Taracena, 2016.





Mazatenango, Suchitepéquez, 29 de marzo de 2017.

Inga. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local CUNSUROC

Respetable ingeniera Cárdenas:

Sea la presente portadora de un saludo cordial.

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para presentarle el informe final de investigación inferencial titulado "Valoración Económica del Sistema de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá", realizado por el estudiante Jorge Raúl Mazariegos Calderón, quien se identifica con número de carné 201040545, dentro del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local –EPSIGAL-.

Este documento se presenta para que de acuerdo con el artículo 6, inciso 6.4 pueda a través de sus buenos oficios darse el procedimiento para poder ser considerado como **Trabajo de Graduación**, para la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.

Sin otro particular, con mis más altas muestras de estima y respeto.

Atentamente,

Inga. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñónez Melgar

Supervisora EPSIGAL

CUNSUROC





Mazatenango, 24 de abril de 2017.

Inga. Agra. Iris Yvonne Cárdenas Sagastume. Coordinadora de Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local CUNSUROC

Respetable Inga. Cárdenas:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9, del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la Investigación titulada: "Valoración Económica del Sistema de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá", presentada por el estudiante: Jorge Raúl Mazariegos Calderón, quién se identifica con número de carné: 201040545, quién se identifica con CUI 2075 79849 1103.

Por lo tanto, en mi calidad de revisora le informo que después de realizar el proceso que se me fue asignado y verificar la incorporación de las observaciones por parte del estudiante a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que se continúe con el proceso de mérito.

Respetuosamente, se despide de usted.

Atentamente,

Kharla Vides Rodas INGA. GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL COL. No. 5773

Kharla Leticia Marysol Vides Rodas
Ingeniera en Gestión Ambiental Local
Revisora de Trabajo de Graduación IGAL
CUNSUROC





Mazatenango 02 de mayo 2017

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano Director Centro Universitario del Suroccidente

### Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "Valoración Económica del Sistema de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del Municipio de San Marcos La Laguna, Sololá", del estudiante Jorge Raúl Mazariegos Calderón con carné número 201040545, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por la Ingeniera en Gestión Ambiental Local, Kharla Leticia Marysol Vides Rodas, revisora del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular

Inga. Agra. Iris Yvonnee Cárdenas Sagastume

Coordinadora de Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local CUNSUROC



# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

### CUNSUROC/USAC-I-03-2017

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE, Mazatenango, Suchitepéquez, el veinticuatro de julio de dos mil diecisiete------

ENCONTRÁNDOSE AGREGADOS AL EXPEDIENTE LOS DICTÁMENES DEL ASESOR Y REVISOR, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA", DEL ESTUDIANTE: JORGE RAÚL MAZARIEGOS CALDERÓN, CARNÉ 201040545 DE LA CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Guillermo Vinicito Tello Ca

Director