



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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE
DESECHOS SÓLIDOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Milton Iván Trujillo Zúñiga

Asesorado por la Inga. Flor de Mayo González Miranda

Guatemala, junio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE
DESECHOS SÓLIDOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MILTON IVÁN TRUJILLO ZÚÑIGA

ASESORADO POR LA INGA. FLOR DE MAYO GONZÁLEZ MIRANDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

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



Milton Iván Trujillo Zúñiga

Guatemala, 11 de mayo de 2011

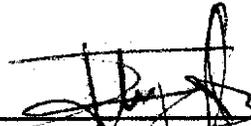
Ing. Cesar Urquizú
Director de la Escuela de Mecánica industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Presente

Estimado Ingeniero

Deseándole éxito en todas sus actividades, me dirijo a usted con el motivo de darle a conocer que he finalizado el asesoramiento del trabajo de graduación titulado **"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCION, DISPOSICION Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, DEPEARTAMENTO DE GUATEMALA"**, tema que fue propuesto por el estudiante Milton Iván Trujillo Zúñiga, con carné numero: 2002-12398. Por lo anterior autorizo al alumno presentar el trabajo de graduación en la Escuela Mecánica Industrial, para así dar continuidad a los trámites correspondientes.

Agradeciendo de antemano su atención a la misma,

Atentamente,



Inga. Flor de Mayo González Miranda
No. Colegiado 6070



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Milton Iván Trujillo Zúñiga**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2012.

José Francisco Gómez Rivera
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 1648

/mgp



REF.DIR.EMI.110.012

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Milton Iván Trujillo Zúñiga**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN, DISPOSICIÓN Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN RAYMUNDO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Milton Iván Trujillo Zúñiga**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, junio de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día de mi vida.
Mi madre	María Luz Zúñiga de Trujillo, por haberme apoyado en todo momento, sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.
Mi padre	René de Jesús Trujillo Pérez, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.
Mis hermanos y familiares	Por ser parte y ejemplo en mi vida, por el apoyo y amistad.
Mis amigos y compañeros	Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y en nuestro diario vivir.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida, porque a pesar de que muchas veces puse mis intereses por encima de ti nunca me faltaste y aunque no soy tu hijo más devoto, en ti confío.
Mi familia	Por ser más de lo que pedí y de lo que en algunas ocasiones merecía. Por dar más de lo que necesité.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el centro de enseñanza que inculcó en mi la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.
Facultad de Ingeniería	Por haberme permitido pasar dentro de sus aulas viviendo buenos y difíciles momentos que la carrera conlleva.
La Municipalidad de San Raymundo	Por permitirme realizar el presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ESTUDIO DE MERCADO.....	1
1.1. Monografía del municipio de San Raymundo	1
1.1.1. Información general.....	1
1.1.2. Perfil poblacional	3
1.1.3. Aspectos socioeconómicos	4
1.2. Estructura organizacional	4
1.2.1. Corporación municipal.....	5
1.2.2. Misión	6
1.2.3. Visión.....	6
1.3. Proyección social.....	7
1.4. Demanda	10
1.4.1. Datos históricos de demanda	13
1.4.2. Demanda actual	13
1.4.2.1. Población.....	14
1.4.2.1.1. Características de la población ..	15
1.4.2.2. Producción promedio	18
1.4.2.3. Volumen producido	19
1.4.3. Demanda futura.....	20

1.5.	Oferta.....	21
1.5.1.	Oferta actual.....	21
1.5.2.	Oferta futura.....	21
2.	ESTUDIO TÉCNICO.....	23
2.1.	Localización.....	23
2.1.1.	Localización general.....	23
2.1.2.	Localización específica	24
2.2.	Vida útil del proyecto	25
2.3.	Tamaño del proyecto.....	25
2.3.1.	Volumen, arrojado por la demanda	25
2.3.2.	Recursos disponibles	26
2.3.3.	Análisis de terrenos disponibles	27
2.4.	Tecnología.....	29
2.4.1.	Generación de desechos	30
2.4.1.1.	Características de los desechos sólidos	30
2.4.1.2.	Manejo de los desechos sólidos	31
2.4.1.2.1.	Compostaje.....	31
2.4.1.2.2.	Vertedero controlado	32
2.4.1.3.	Recipientes para uso en lugares públicos.....	32
2.4.2.	Recolección y transporte.....	34
2.4.2.1.	Sectores de producción de basura.....	35
2.4.2.2.	Sectores donde se prestará el servicio	35
2.4.2.3.	Rutas y tiempos de recolección	35
2.4.2.4.	Métodos y frecuencia de recolección	37
2.4.2.5.	Tren de aseo propuesto	38
2.4.3.	Disposición final	44
2.4.3.1.	Clasificación de los residuos sólidos.....	44

2.4.3.2.	Programa de recuperación de residuos sólidos	46
2.4.3.3.	Personal empleado para el proceso de disposición final	47
2.4.3.4.	Diagrama de flujo	47
3.	ESTUDIO FINANCIERO	51
3.1.	Costo general del proyecto	51
3.1.1.	Inversión inicial	51
3.1.2.	Determinación de fuentes de financiamiento	53
3.1.2.1.	Financiamiento interno	54
3.1.2.2.	Financiamiento externo	54
3.1.3.	Costos variables	54
3.2.	Ingresos del proyecto	56
3.2.1.	Definición de la tarifa de recolección de basura	56
3.3.	Evaluación financiera.....	58
3.3.1.	Análisis de valor presente neto.....	59
3.3.2.	Relación beneficio costo.....	61
3.3.3.	Tasa interna de retorno	62
3.3.4.	Análisis de sensibilidad.....	63
4.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	65
4.1.	Tenencia y uso de la tierra.....	65
4.1.1.	Uso actual de la tierra.....	65
4.1.2.	Capacidad productiva de la tierra	65
4.2.	Trabajo y empleo	66
4.2.1.	Población económicamente activa	66
4.2.1.1.	Tasa de desempleo.....	67
4.2.1.2.	Índices de pobreza	67

4.3.	Actividad económica por sectores	67
4.4.	Nivel de ingreso y egreso familiar	68
5.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO	69
5.1.	Organización para la ejecución del proyecto	69
5.1.1.	Programa de ejecución	69
5.1.2.	Diseño organizacional	71
5.1.3.	Supervisión, control y evaluación de la obra física del proyecto	73
5.2.	Organización para la recolección, administración y mantenimiento del sistema	91
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	99
6.1.	Ubicación y descripción general de la actividad proyectada	99
6.2.	Descripción del proceso	99
6.2.1.	Construcción	99
6.2.2.	Operación.....	100
6.2.3.	Abandono.....	100
6.3.	Control ambiental	101
6.3.1.	Residuos y/o contaminantes que serán generados	101
6.3.2.	Emisiones a la atmósfera	101
6.3.3.	Descarga de aguas residuales	101
6.3.4.	Desechos sólidos	102
6.3.5.	Ruidos.....	102
6.3.6.	Contaminación visual	102
6.4.	Plan de mitigación	102
6.4.1.	Identificación de impactos y medidas de mitigación.....	102
6.4.1.1.	Identificación de impactos.....	103
6.4.1.1.1.	Impactos positivos	103

6.4.1.1.2.	Impactos negativos	103
6.4.1.2.	Medidas de mitigación	104
6.4.2.	Programa de monitoreo ambiental	106
6.4.3.	Programa de contingencia y prevención de accidentes	109
6.4.4.	Plan de manejo y disposición final de desechos en las fases de desarrollo	109
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES		115
BIBLIOGRAFÍA		117
APÉNDICES		119
ANEXOS		121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama en funciones de la Municipalidad	6
2.	Producción de basura por persona	19
3.	Recipiente público.....	33
4.	Contenedor	34
5.	Mapa de la cabecera municipal de San Raymundo, identificando lugares de concentración de generación de basura.....	36
6.	Diagrama de flujo de la solución propuesta	49
7.	Gráfica población económicamente activa	66
8.	Estructura organizativa	71
9.	Organigrama de la obra	92

TABLAS

I.	Junta municipal	5
II.	Número de viviendas	11
III.	Proyección de población.....	15
IV.	Población por edad y género.....	16
V.	Proyección de generación de basura	20
VI.	Dimensión requerida para el relleno.....	25
VII.	Criterio de calificación para los terrenos.....	29
VIII.	Número de camiones necesarios	37
IX.	Resumen costos de inversión inicial.....	53
X.	Resumen costos variables.....	56

XI.	Resumen de ingresos anuales por concepto de cobro del servicio	57
XII.	Resumen de ingresos anuales por concepto de venta de abono orgánico	58
XIII.	Cálculo de valor presente neto.....	60
XIV.	Cálculo de tasa interna de retorno.....	62
XV.	VPN con tarifa Q. 56,00	64

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
B/C	Beneficio costo
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
PEA	Población económicamente activa
Q	Quetzales
TIR	Tasa interna de retorno
tm	Tonelada métrica
VPN	Valor presente neto

GLOSARIO

Almacenamiento	Depósito temporal de los residuos sólidos en contenedores previos a su recolección, tratamiento o disposición final.
Basura	Todo desecho sólido o semisólido, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano. Se comprenden en la misma definición los desperdicios, desechos, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios, plazas de mercado, ferias populares, escombros, incluyendo aquellos producidos por movimientos de tierra.
Contenedor	Recipiente destinado al depósito temporal de los residuos sólidos.
Compostaje	Proceso de descomposición aerobia de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos específicos.

Disposición final	Acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.
Generación	Acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo.
INE	Instituto Nacional de Estadísticas.
INFOM	Instituto Nacional de Fomento Municipal.
Lixiviados	Líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua.
Manejo	Conjunto de acciones que involucren la identificación caracterización, clasificación, etiquetado, marcado, envasado, empaçado, selección, acopio, almacenamiento, transporte, transferencia, tratamiento y, en su caso, disposición final de los residuos sólidos.

Recolección	Acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final.
Reciclaje	Transformación de los materiales o subproductos contenidos en los residuos sólidos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico.
Relleno sanitario	Obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud.
Residuos orgánicos	Todo residuo sólido biodegradable.
Residuos inorgánicos	Todo residuo que no tenga características de residuo orgánico y que pueda ser susceptible a un proceso de valorización para su reutilización y reciclaje, tales como vidrio, papel, cartón, plásticos, laminados de materiales reciclables, aluminio y metales no peligrosos y demás no considerados como de manejo especial.

Residuos sólidos

Material, producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o deseche y que sea susceptible de ser aprovechado o requiera sujetarse a métodos de tratamiento o disposición final.

Tratamiento

Procedimiento mecánico, físico, químico, biológico o térmico, mediante el cual se cambian las características de los residuos sólidos y se reduce su volumen o peligrosidad.

Talud

Se conocen con el nombre genérico de taludes cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra.

RESUMEN

El problema de la basura ha sido uno de los mayores problemas que ha afectado a la población, y el Municipio de San Raymundo no es la excepción, por esta razón en este trabajo se busca realizar una investigación que reúna los aspectos necesarios respecto al manejo de desechos sólidos en la cabecera municipal de San Raymundo, y dé como propuesta un sistema de recolección, disposición y tratamiento para los mismos.

En la presente investigación se logró determinar los volúmenes y características de la basura generada en el municipio, de esta forma se alcanzó identificar los niveles de oferta y demanda para el servicio de recolección y el método de disposición final.

Procediéndose con el análisis de los métodos de recolección de los desechos sólidos, estimando los recursos físicos necesarios para la implementación del sistema a proponer, que consta de un tren de aseo que incluya la recolección, el transporte y la disposición final de los desechos; para esta última se propone la elaboración de un relleno sanitario, el cual reduce el impacto que los desechos pudieran ocasionar a la salud de los habitantes y al medio ambiente también en general.

Como en este caso, al realizar un estudio de indicadores de rentabilidad en un proyecto con estas características, existe la posibilidad que dé como resultado una baja o nula rentabilidad económica, sin embargo, se generan una serie de beneficios de gran magnitud para la sociedad en general.

Se presenta información de indicadores económicos poblacionales, como datos de ingresos, egresos y principales fuentes de ingreso.

También, se muestran los modelos para administrar el proyecto, sobre todo la parte que más infraestructura física lleva, como el vertedero controlado.

Por último, se muestran aspectos a medir y controlar para que el proyecto dé fines ambientalistas y no se convierta en un foco mas de contaminación.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un modelo para el manejo de basura en el municipio de San Raymundo que satisfaga las necesidades sociales y ambientales inherentes al servicio.

Específicos

1. Identificar las principales formas de desecho de basura en el municipio.
2. Identificar principales puntos de desecho de basura.
3. Identificar la cantidad de basura producida en el municipio.
4. Identificar y clasificar los tipos de desechos para facilitar su manejo.
5. Determinar método de barrido de vías.
6. Identificar métodos para disposición final de desechos.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores fundamentales que contribuyen al desarrollo y bienestar del ser humano es el medio ambiente en que éste se encuentra inmerso. En ese sentido, la basura se constituye en un elemento perturbador, ya que al no ser manejada de manera adecuada se convierte en un factor que, en general, frena el desarrollo y bienestar del ser humano.

La presencia de basura en el entorno humano trae como consecuencias específicas, entre otras las siguientes desmejoran el aspecto físico de las ciudades, producen malos olores, favorecen la presencia de insectos y roedores. Facilitan la aparición de enfermedades, producen inundaciones cuando se tapan alcantarillas y desagües.

Se considera de importancia y es de gran utilidad para las personas conocer esta clase de situaciones debido al cambio radical en torno al clima que actualmente se está viviendo, causado por el calentamiento global como producto, entre otros aspectos, del mal manejo de la basura.

En este trabajo se pretende profundizar en el problema de la basura en el municipio de San Raymundo y presentar un sistema que fortalezca la forma actual de la recolección, tratamiento y disposición final de la misma.

1. ESTUDIO DE MERCADO

1.1. Monografía del municipio de San Raymundo

Resumen informativo de las principales características del municipio de San Raymundo.

1.1.1. Información general

El municipio de San Raymundo se encuentra ubicado en la parte noroccidental del departamento de Guatemala, su extensión territorial es de 114 kilómetros², dista de la cabecera departamental, Guatemala, 42 kilómetros. Las coordenadas de localización del centro urbano son: latitud 14° 45' 55" N; longitud, 90° 35' 45" O y 1,570 MSNM.

Su fecha aproximada de fundación es 1610, aunque existe discrepancia, ya que también se han señalado 1542 y 1558, por parte de algunos historiadores.

La iglesia católica de San Raymundo es de tipo colonial y data de principios del siglo XVI y fue declarada monumento nacional por el Instituto de Antropología e Historia de Guatemala.

Nombre geográfico oficial: San Raymundo, sus colindancias son:

- Norte: municipios de Granados y El Chol Baja Verapaz
- Este: municipios de Chuarrancho y Chinautla

- Sur: municipio de San Pedro Sacatepéquez Guatemala
- Oeste: municipio de San Juan Sacatepéquez Guatemala

Por la ruta nacional 5, asfaltada, de la capital al noroeste hay unos 25 Kilómetros a la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez y de allí, a San Juan Sacatepéquez aproximadamente 6 Kilómetros de esa cabecera a la de San Raymundo en dirección norte franco unos 12 Kilómetros; también por carretera asfaltada que se inauguró el 9 abril de 1960. Por la carretera departamental. Guatemala 5 al sur, de San Raymundo son unos 21 Kilómetros a la colonia El Caminero y de allí, aproximadamente, 14 al kilómetro 0 frente al Palacio Nacional.

Cuenta también con caminos, roderas y veredas que enlazan a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos. De San Raymundo a la capital, también se ha podido utilizar la carretera vía El Carrizal, San Antonio Las Flores y Chinautla, que parece ser el ensanche del camino que los habitantes de Chinautla utilizaron en 1525 para intentar liberar a Mixco Viejo del asedio de los españoles. En el siglo XVI se le conocía como San Raymundo de las Casillas, encomienda del soldado-cronista, Bernal Díaz del Castillo. En la Sección de Tierras del Registro de la Propiedad han existido varios documentos, en los cuales se le mencionó como San Raimundo Las Casillas o bien Estancia de Las Casillas. En la actualidad San Raymundo de Peñaforth.

Municipio dedicado a la elaboración de pirotecnia, alfarería y la agricultura. Su feria titular se celebra el 23 de enero en honor al patrón San Raymundo de Peñaforth. Su comida tradicional es el pinol con gallina. Es considerado como una cantera de excelentes músicos, cuenta con una municipalidad de tercera categoría.

En la actualidad la Municipalidad de San Raymundo es autónoma, y sus autoridades municipales son electas democráticamente cada cuatro años.

El pueblo se divide en 10 aldeas: La Ciénaga, Concepción el Ciprés, Llano de la Virgen, Pamoca, El Ciprés, El Carrizal, Estancia Vieja, Vuelta Grande, Estancia de la Virgen y El Zarzal, 32 caseríos, 7 colonias 2 lotificaciones y 3 sectores.

1.1.2. Perfil poblacional

- Población total: 22,615 habitantes

- Distribución por sexo
 - Hombres: 10,992
 - Mujeres: 11,623

- Distribución de la población por grupo étnico
 - Habitantes pertenecen a la etnia Cakchiquel: 16,541
 - Habitantes se definen como no indígena o ladinos: 6,074

- Distribución de la población en el área de habitación
 - Habitantes del área rural: 15,208
 - Habitantes del área urbana: 7,407

Según datos del censo último poblacional, el idioma español es el más empleado por los habitantes; sin embargo, muchos habitantes de la raza Cakchiquel aún practican su propio idioma.

1.1.3. Aspectos socioeconómicos

Sus principales fuentes de trabajo son el cultivo de maíz y frijol. En artesanía la elaboración de comales y ollas de barro. Alfarería, la elaboración de floreros y plaquetas de cerámica. En fibras textiles, fabricación de servilletas y manteles bordados a mano y a máquina. En la industria, la mayoría se dedica a la fabricación de cohetes.

Es importante hacer ver que la población de San Raymundo tienen un alto porcentaje de habitantes que se dedican a la fabricación de cohetes, población que no está incluida dentro del PEA local.

La población económicamente activa es de 3,477 hombres y 496 mujeres.

Por otra parte, las familias del pueblo en un 80% se sostienen de las remesas familiares que llegan del extranjero, ya que por lo menos un miembro de cada una vive fuera (principalmente en Estados Unidos).

1.2. Estructura organizacional

Sistema de papeles que desarrollan los miembros de la corporación municipal.

1.2.1. Corporación municipal

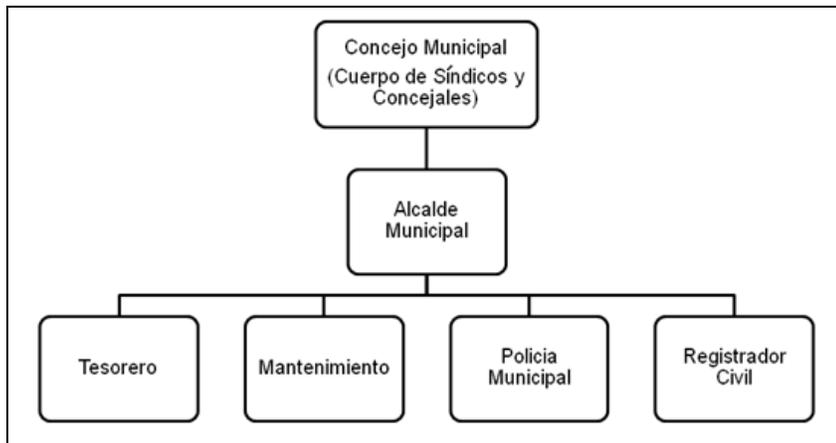
- El palacio municipal está ubicado en: 4ª calle 2-00 zona 1 San Raymundo de Peñafort.
- Teléfono: 66308061
- Correo electrónico: munisanray@hotmail.com

Tabla I. Junta municipal

Fernando Antonio Ortiz	Alcalde Municipal
Santiago Coc Sabán	Síndico I
Alfonso Puluc Curup	Síndico II
Ezequiel Tepeu Locón	Concejal I
Agustín Uyú Chamalé	Concejal II
Abelino Boch Quirán	Concejal III
Catarino Sequén	Concejal IV
Benigno Punay Soc	Concejal V
Darío Chamalé	Concejal suplente
Flor López	Secretaria municipal
Juan Francisco Berdúo	Tesorero municipal

Fuente: documento Municipalidad de San Raymundo.

Figura I. **Organigrama en funciones de la municipalidad**



Fuente: documento Municipalidad de San Raymundo.

1.2.2. Misión

“Somos una institución autónoma que presta servicios de calidad, un manejo transparente de los recursos con responsabilidad y excelencia para merecer siempre la confianza plena y el respeto de vecinos y colaboradores; participando como protagonistas en el desarrollo de San Raymundo, sin olvidar que servir es una de las fortalezas que nos hace alcanzar nuestra misión de contribuir al bienestar de nuestra gente.”

1.2.3. Visión

“Ser la municipalidad por excelencia que promueva un servicio de calidad y la realización de proyectos en beneficio de la población, el desarrollo sostenible y la innovación en San Raymundo ofreciendo soluciones que satisfagan las necesidades de nuestros vecinos, con justicia y equidad sin descuidar la función social.”

1.3. Proyección social

Para el desarrollo de la población es vital trabajar en temas básicos y uno de los más importantes es el de educación. No puede haber educación sin proyección social dado que lo pedagógico es resultado de la relación entre propósitos sociales, oferta ambiental y aptitudes personales. La educación garantiza el grado de destreza social requerido por la sociedad para llegar a donde se ha propuesto, y puede decirse que su eficacia está en relación directa con el logro de los objetivos, metas, programas y proyectos que determinan el ordenamiento de las actividades humanas en un territorio determinado.

En este sentido, en San Raymundo, se cuenta con tres organizaciones no gubernamentales con las cuales se espera gestionar ayuda económica, técnica y profesional. Estas instituciones son:

- Proyecto Peñafort

Enfocada al apadrinamiento de niños en condiciones precarias, a quienes se les designa un padrino que cubre con los gastos de estudio, recreación y salud, entre otras actividades para el desarrollo local.

- ASODESNA afiliado a Visión Mundial

Enfoca sus actividades al desarrollo del municipio, incursionando en múltiples escenarios, culturales, sociales y de salud.

- Casa de la Cultura

Encargada de difundir valores culturales, sociales de salud, medio ambiente, entre otros, para el desarrollo de los habitantes, apoyando proyectos inmediatos de bajo costo y el impulso de valores.

Dentro de las medidas más importantes, la municipalidad estima recursos para los principales ejes de desarrollo y bienestar de la población, como lo son:

- Educación

Mejorar la educación requiere el compromiso de muchos y la municipalidad no ha estado ajena a esta problemática atendiendo en mayor o menor medida determinadas necesidades y condiciones en favor de la mejora educativa en su jurisdicción. Es indiscutible lo valioso del aporte del Gobierno local en este campo, si se plantea el debate en torno a cuáles son sus atribuciones y qué es lo que realmente la municipalidad puede asumir en educación, tomando en cuenta la heterogeneidad de sus capacidades y contextos.

La actual Corporación Municipal busca la mejora general de la educación, mediante la contribución al fortalecimiento del sistema educativo del municipio, para garantizar la calidad y eficiencia del servicio en los niveles de pre-primaria, primaria, básicos, y diversificado mejorando la infraestructura existente.

- Agua

En el contexto que, sustituir el agua es imposible, éste es el recurso que limitará significativamente el sostenimiento de la población, resultando ser un recurso más estratégico que otros. Por tanto, las acciones en pro del mismo, deben realizarse a través de una visión integral, tomando en cuenta su producción con ordenamiento territorial, calidad, acceso y distribución, control financiero y administrativo, pago por el servicio y, de manera esencial, participación ciudadana

Actualmente se busca contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población a través de dotación de infraestructura en servicio de agua y saneamiento, y su funcionamiento.

- Servicios básicos

Bajo este concepto se estima lo referente a la calidad de vida, definido como la calidad de las condiciones de vida de una persona, como la satisfacción experimentada por la persona con dichas condiciones vitales, como la combinación de componentes objetivos y subjetivos, es decir, calidad de vida, definida como la calidad de las condiciones de vida de una persona junto a la satisfacción que ésta experimenta

Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio a través de la contratación de personal médico, compra de medicinas y el equipamiento del nuevo centro de salud, a efecto de mejorar su funcionamiento.

- Medio ambiente

Contribuir con el medio ambiente, en busca del desarrollo sostenible para el bienestar de toda la población, y de las generaciones futuras.

Para esto se planea en un futuro tomar como base reglamentos existentes de limpieza y saneamiento ambiental utilizados ya en otros lugares, que toman en consideración aspectos básicos como: almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los desechos.

- Otras actividades de servicios sociales

Contribuir con el funcionamiento de las diferentes actividades que conlleven un beneficio social a los pobladores del municipio y dotar de la infraestructura relacionada con las mismas, fomentar el deporte y la recreación de las comunidades urbana y rural, dotándolos de los lugares apropiados para tal fin.

1.4. Demanda

Identificando un problema o percibida una necesidad social, es necesario ahondar en su análisis para conocer adecuadamente a la población asociada a dicha necesidad y determinar el tipo y cantidad del producto (bienes o servicios) requerido para su satisfacción, para lo cual se presenta el estudio de mercado.

Para este estudio se utilizó el muestreo aleatorio, basándose en datos obtenidos del XI Censo de Población y VI de Habitación del Instituto Nacional de Estadísticas y Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, del 2002.

Los componentes de la investigación de campo incluyeron entrevistas, encuestas, reuniones. Para determinar el número de encuestas se realizó un plan de muestreo, el utilizado, consistió en un muestreo aleatorio simple, ya que se seleccionó una muestra de tamaño n de una población de N unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida n/N .

El método seleccionado, también consideraba un tamaño muestral idóneo, que permite comprobar lo que, se presente con la seguridad y precisión fijadas.

Específicamente, la población objeto del estudio fue el número de viviendas, de la cabecera municipal, ya que éstos serán los parámetros que se utilizarán para determinar las dimensiones y características del basurero.

El procedimiento efectuado fue el siguiente:

Tabla II. **Número de viviendas**

LUGAR	TOTAL VIVIENDAS
Cabecera Municipal	1,545

Fuente: documento de información general, Departamento de Planificación de la Municipalidad de San Raymundo.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

- N = total de la población (en este caso 1545)
- Z = 1.65 (seguridad es del 90%)
- p = proporción esperada de presencia (en este caso 50% = 0.5)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5)
- d = precisión (en este caso un 10%).

Al sustituir los valores el resultado es:

$$n = \frac{(1545)(1.65)^2(0.5)(0.5)}{(0.1)^2(1545-1) + (1.65)^2(0.5)(0.5)}$$

n = 65 viviendas

Se tomaron en cuenta 65 viviendas en el municipio, la distribución de las encuestas y las pruebas fue proporcional a la cantidad de habitantes en las zonas que integran la cabecera municipal, cumpliendo con conocer la opinión del 100% de la población beneficiada.

Para tener un perfil más amplio y completar la información de las encuestas, fue necesario recurrir a otras fuentes de información. Entre ellas, el Sistema Gerencial de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, ya que cuenta con datos confiables y actualizados. La caracterización del área de influencia (municipio de San Raymundo), fue motivo del análisis, con el propósito de conocer la demanda para poder cuantificar y conocer la población carente actual, se delimitó en una referencia geográfica, estimando su evolución para los próximos años y así definir en calidad y cantidad, los bienes o servicios necesarios para atenderla.

1.4.1. Datos históricos de demanda

Según información recolectada en la Municipalidad de San Raymundo, se conoce que el procedimiento empleado por la parte de la población que no utiliza el tren de aseo existente para deshacerse de sus desechos, es la incineración, y en otros casos arrojándola en lugares específicos.

Con el correr del tiempo y el crecimiento de la población, surgieron vertederos de basura no autorizados, dándose en las esquinas de algunas cuadras hasta llegar el caso de existir en la entrada principal de algunas aldeas.

Los volúmenes de basura que se generan en el municipio van ligados directamente al crecimiento de la población. El municipio de San Raymundo no contó con ningún tren de aseo hasta el 2007, el cual no es usado por el total de la población, éste no cuenta con lo necesario para realizar una adecuada labor debido a la baja colaboración de la comunidad que se traduce en un deficiente método de recolección, transporte y que al final deposita la basura en un terreno privado sin ningún tipo de tratamiento.

1.4.2. Demanda actual

Por demanda actual se definen todas las viviendas que carecen de un servicio de extracción de basura. A través de la encuesta se logró determinar la información necesaria, que permitiría calcular los volúmenes de basura generados en la cabecera municipal de San Raymundo.

1.4.2.1. Población

El proyecto brindará el servicio a la población de la cabecera municipal de San Raymundo, siendo un total de 9,668 habitantes beneficiados.

Puede observarse, también, que con la proyección del crecimiento poblacional habrá un aumento de la población igual a 6,371 habitantes, y al final del proyecto e tendrá un total de 16.039 habitantes.

$$Pf = Po (1+r)^n$$

Donde:

- Pf = población futura
- Po = población inicial
- R = tasa de crecimiento
- n = intervalo de años (año final – año inicial)

Tabla III. **Proyección de población**

Año	Población
2002	7,407
2012	9,668
2013	9,929
2014	10,197
2015	10,473
2016	10,755
2017	11,046
2018	11,344
2019	11,650
2020	11,965
2021	12,288
2022	12,620
2023	12,960
2024	13,310
2025	13,670
2026	14,039
2027	14,418
2028	14,807
2029	15,207
2030	15,618
2031	16,039

Fuente: sección: *Características Generales de la Población. Censo 2002, I.N.E.*

1.4.2.1.1. Características de la población

Como punto de partida, la comunidad que inicialmente sería atendida en el proyecto es la cabecera municipal de San Raymundo y según resultados obtenidos se deberá ampliar hacia las aldeas, lo que implica la expansión del proyecto o replicarlo en distinta ubicación. Conocer las características de la población permitirá prestarles un mejor servicio, estableciendo la estrategia a

seguir para que se cubran sus necesidades y que el proyecto sea amigable con la comunidad.

Lo referente a estas características se determinó por medio de la encuesta hecha en las comunidades y se complementó con la información recopilada en la monografía del municipio investigada por la municipalidad.

La edad de la población clasificada en rangos se muestra en la tabla IV.

Tabla IV. **Población por edad y género**

EDAD POR GÉNERO		
Edad-años	HOMBRES	MUJERES
0-14	41,3%	41,3%
15-64	53,7%	53,8%
65 o mas	5,0%	4,9%

Fuente: documentación de información general, Departamento de de Planificación de la Municipalidad de San Raymundo.

La educación en la población del municipio está caracterizada como se presenta a continuación:

- Población que sabe leer y escribir: 78%
- Población con nivel primario: 68%
- Población con nivel medio: 18%
- Población con nivel superior: 14%

Los indicadores de analfabetismo se muestran de la siguiente manera:

- Población analfabeta: 22%

- Hombres adultos analfabetas: 35%
- Mujeres adultas analfabetas: 30%
- Niños analfabetas: 20%
- Niñas analfabetas: 15%

El estado civil poblacional se muestra a continuación:

- Solteros: 48%
- Casados: 30%
- Unidos: 17%
- Viudos y divorciados: 5%

Las religiones que se profesan son la católica y la evangélica en su mayoría, así como mormona entre otras.

La situación socioeconómica actual refleja que las actividades con mayor auge en la población son:

- Cultivos: maíz, frijol y frutas.
- Industria: fabricación de juegos pirotécnicos, telas típicas, granjas avícolas la mayor parte.
- Artesanías: elaboración de ollas y comales.
- Alfarería: elaboración de floreros y cerámicas.
- Fibras textiles: trajes típicos y otros bordados.

Del 100% de las viviendas, el 49% de éstas, solamente una persona labora, generalmente el padre, el 33% dos personas aportan al ingreso familiar padre y madre, y un 14% lo aportan los hijos.

Actitud hacia el proyecto: ésta se encuentra influida por varios factores, entre ellos, la educación y la calidad de vida. Según las encuestas la percepción que tienen las personas, de los daños que ocasiona tirar la basura al aire libre son: Proliferación de moscas con un 21%, en cuanto a las enfermedades un 20%, el mal olor con un 20%, la proliferación de perros un 19%, las aves de rapiña un 19% y por ultimo 1% que consideró que no se ocasionaba ningún daño el desechar la basura al aire libre. La opinión en cuanto a desarrollar un proyecto de recolección de basura y desecharlos en un lugar específico genera beneficios y de contar éste, la población opinó de acuerdo al siguiente resumen: El 25% considera que se tendrán calles limpias, el 25% un ambiente saludable y menor contaminación, y un 24% mejorará la salud de los habitantes, el 26% cree que se mejorará en todos los aspectos.

1.4.2.2. Producción promedio

A través de la medición directa se determinó que cada persona produce en promedio 0,54 Kilogramos de basura al día y que se tienen en la cabecera municipal 9,668 habitantes, lo cual hace una producción diaria de 5,2 toneladas métricas de basura.

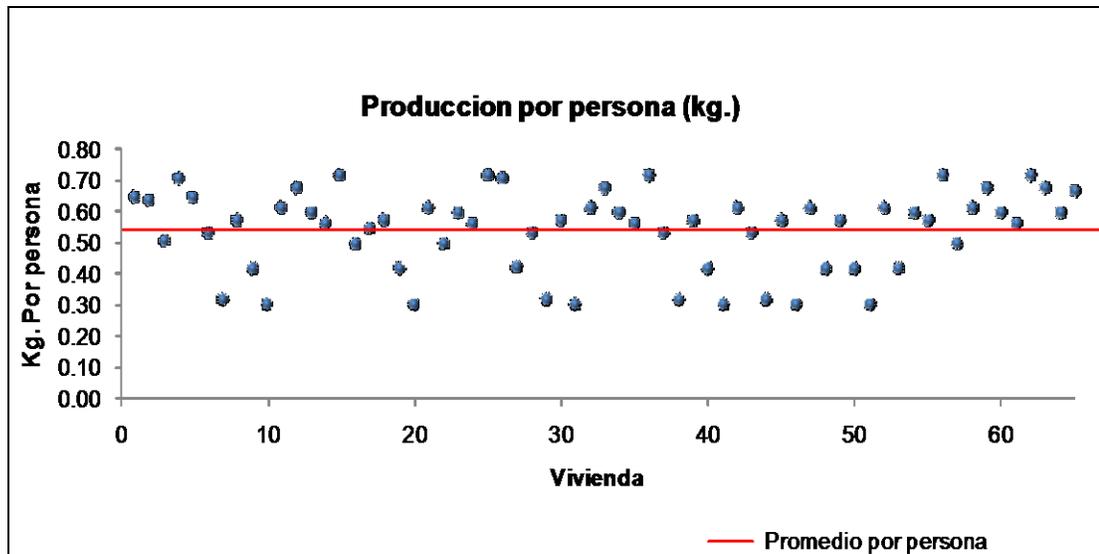
Esto permite calcular el volumen ocupado por dicha basura con la relación entre el peso y la densidad de la basura 0,40 toneladas métricas sobre metros³, lo cual da como resultado un volumen diario igual a 13 metros³.

Por 3 días se pesaron los recipientes de basura dentro de las viviendas, para determinar la variación en el peso que mostraban, con lo que se identificó el total de basura producido por vivienda, junto con el promedio de habitantes por vivienda se determinó el promedio de basura producido por persona.

Muestra= 65 viviendas

Habitantes por vivienda= 4 personas (promedio)

Figura 2. **Producción de basura por persona**



Fuente: elaboracion propia.

1.4.2.3. **Volumen producido**

A través del análisis de composición de la basura en el municipio de San Raymundo, se encontró que la densidad de la basura tiene un valor de 0,40 Toneladas métricas por metro cúbico. Este valor corresponde a la composición característica de la basura generada en las poblaciones urbanas

Tabla V. **Proyección de generación de basura**

Año	Población	Generación de basura en toneladas	
		Diaria	Anual
2002	7,407		
2012	9,668	5	1,906
2013	9,929	5	1,957
2014	10,197	6	2,010
2015	10,473	6	2,064
2016	10,755	6	2,120
2017	11,046	6	2,177
2018	11,344	6	2,236
2019	11,650	6	2,296
2020	11,965	6	2,358
2021	12,288	7	2,422
2022	12,620	7	2,487
2023	12,960	7	2,555
2024	13,310	7	2,623
2025	13,670	7	2,694
2026	14,039	8	2,767
2027	14,418	8	2,842
2028	14,807	8	2,919
2029	15,207	8	2,997
2030	15,618	8	3,078
2031	16,039	9	3,161

Fuente: elaboración propia.

1.4.3. **Demanda futura**

Para que la totalidad de la población sea beneficiada en la duración del proyecto, se estimó con base en las proyecciones poblacionales, la cantidad de habitantes en la cabecera municipal para el 2031.

1.5. Oferta

Para este análisis se definió el comportamiento de la oferta, en función del tiempo; específicamente se plantearon dos escenarios los cuales se refieren a la situación actual y la futura. Es decir ¿cómo se cubre actualmente el servicio de extracción de la basura? y ¿cómo se cubrirá el servicio de extracción de la basura con la puesta en marcha del proyecto?

1.5.1. Oferta actual

Actualmente los habitantes del municipio de San Raymundo pagan por concepto de extracción una cuota de Q. 25,00 mensuales por uso del tren de aseo. No toda la población hace uso de este servicio, quienes no lo utilizan, depositan la basura en vertederos clandestinos, y en el peor de los casos, es quemada en el interior de su vivienda, específicamente en el área del patio.

Según datos del estudio del sistema de recolección de basura que actualmente funciona en el municipio, es utilizado por el 45% de la población, que dentro de la cabecera municipal generan un ingreso producto del pago del servicio a la municipalidad de Q. 58 000,00 mensuales aproximados, el resto de la población elimina sus desechos en un 19% quemada, y en un 28% porcentaje tirada en lugares sin ningún tratamiento, en un menor porcentaje la entierran o la reciclan.

1.5.2. Oferta futura

El objetivo es que la mayor parte de la población haga uso del servicio de recolección de basura.

Para esto se debe implementar un método de concientización en donde el uso del servicio se vea como una obligación, más que como una opción.

Al cubrir estos aspectos, se logrará minimizar los niveles de contaminación existente, se espera que con la tarifa a cobrar y en un futuro con el aprovechamiento en la reutilización de los materiales desechados, se logre obtener beneficios para el proyecto, de modo que se convierta en auto sostenible generando entradas extras de dinero por medio de la elaboración de compost y la comercialización de metales y diversos tipos de materiales reciclables, constituyéndose en fuente de empleo para la población.

2. ESTUDIO TÉCNICO

2.1. Localización

Ubicación física donde se construirá el lugar destinado para la disposición final de los desechos. Comprende la localización general y la específica.

2.1.1. Localización general

Tomando en consideración los datos proyectados de habitantes, la cantidad de desechos sólidos generados y que el área de los terrenos potenciales, muestra que puede utilizarse para este efecto, el método propuesto para la disposición final de los desechos es el relleno sanitario.

El relleno sanitario debe estar ubicado en la dirección o el sentido de crecimiento de la urbanización; sin embargo, para evitar conflictos con los vecinos, lo mejor es que este sitio comience a poblarse cuando concluya la vida útil de la obra; de esta manera, la comunidad podrá beneficiarse con un parque o una zona verde. No se deberá construir rellenos en lotes que estén debajo de líneas de alta tensión, esto debido a la utilización de vehículos con elementos extensibles con los cuales se puede alcanzar una altura que implique riesgo de contacto eléctrico, cuando existan líneas ya instaladas se deberá solicitar el desvío de las mismas o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible se colocarán barreras y avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados.

Desde el punto de vista del servicio de aseo urbano, la ubicación del terreno juega un papel importante en cuanto a la distancia al centro urbano (plaza principal) y el tiempo que tarda el vehículo recolector en llegar a su destino final, porque de ello depende el número de viajes diarios con cargas de basura que éste pueda hacer. Esto repercute en la cobertura del servicio de recolección y el costo del transporte de los desechos. Por lo tanto, el sitio no debe estar a más de 30 minutos de ida y regreso del centro del poblado.

La cercanía del relleno permitirá, además, una mayor vigilancia y supervisión por parte de la comunidad, que de esta forma podrá evaluar la calidad de su operación y mantenimiento. Una vez terminada su vida útil, el relleno podrá ser utilizado por los vecinos, de acuerdo con las propuestas del proyecto inicial.

2.1.2. Localización específica

Es importante encontrar terrenos con la capacidad de albergar el relleno sanitario, las dimensiones específicas estarán en función del volumen de desechos generados.

Tomando la proyección de la población y la cantidad de desechos generados por la población, para una vida útil de 20 años se tiene, un área total necesaria de 38,743 m².

Tabla VI. **Dimensión requerida para el relleno**

Año	Población	Basura total generada	Área requerida para los niveles estimados			
		Toneladas	Volumen de basura en el relleno m ³	Volumen total del relleno m ³	Área del relleno m ²	Área total del relleno m ²
2031	16 039	49 670	124 175	149 010	29 802	38 743

Volumen de relleno para la vida útil	149 010 m ³
Área del relleno para su vida útil	29 802 m ²
Área total del relleno para su vida útil	38 743 m ²

Fuente: elaboración propia.

Para el volumen total se tomo un 20% del volumen de desechos para el material de cobertura, asumiendo una profundidad de 5 metros del relleno y un aumento de 30% en el área para espacios adicionales.

2.2. Vida útil del proyecto

El proyecto se diseñó para que pudiera dar servicio a la población por un período de 20 años, con este parámetro se definió el tamaño de los terrenos que albergarán la basura, y la tecnología que se usará para tratarla.

2.3. Tamaño del proyecto

Cobertura de servicios que tendrá el proyecto en el periodo de referencia.

2.3.1. Volumen, arrojado por la demanda

El volumen de basura que se generará durante los 20 años de duración del proyecto, determina el espacio que se necesita para depositarla.

Se proyectó la producción de basura, habitante-día/año, para lograr obtener el volumen de basura del municipio de San Raymundo.

Como resultado se estableció el uso de tecnologías para tratar la basura, las cuales se conocen como vertedero controlado o relleno sanitario, debido a que en estos métodos no existe una separación de los desechos orgánicos e inorgánicos, los cuales son depositados por igual en el terreno. La solución a este problema consiste en el inicio de la utilización de una de estas tecnologías y combinarlo con el tratamiento de los componentes orgánicos por aparte, para obtener de ellos abono orgánico, con esto se podría incrementar la vida útil del relleno disminuyendo la cantidad de basura depositada o analizar la utilización del relleno para expandir el servicio hacia las aldeas.

2.3.2. Recursos disponibles

- Recursos humanos

Uno de los beneficios del proyecto será la creación de fuentes de empleo dentro de la población, con la utilización de los desechos orgánicos para la elaboración de compost y la comercialización de desechos elaborados de materiales reciclables. Todo el personal que se necesita para ejecutarlo deberá de reclutarse directamente de las comunidades. Se necesitará personal para los diferentes departamentos del sistema de recolección como personal encargado de la administración, limpieza de vías, personal para la recolección domiciliar, transporte, disposición y tratamiento.

- **Materiales**

Este recurso consistirá, básicamente en el que se utilizará para la construcción de las instalaciones, terreno para utilización y elementos necesarios para habilitar el área que servirá de vertedero, los dispositivos para uso dentro del vertedero y para el traslado a las instalaciones, vehículos y herramientas para utilizar en la limpieza, recolección y recipientes de uso común.

- **Financieros**

Este recurso servirá para la puesta en marcha del proyecto y sostenimiento del mismo, aunque se pretende que el mismo pueda ser auto sostenible y que la inversión inicial pueda ser recuperada.

La imposición de una tarifa mensual para la utilización del servicio y tomando en cuenta que la inversión inicial es elevada, solicitar el apoyo de organizaciones de desarrollo gubernamentales o analizar la búsqueda de financiamiento en instituciones privadas.

2.3.3. Análisis de terrenos disponibles

Para la selección del terreno se deben aplicar los siguientes criterios:

- Situación legal de los terrenos a considerar
- Accesos al lugar y calidad de los mismos
- Dimensiones del sitio a considerar
- Topografía adecuada para la disposición de los desechos sólidos
- Ubicación geográfica

- Situación hidrográfica
- Distancia de transporte
- Condiciones climatológicas
- Condiciones geológicas
- Valoración cualitativa del impacto en la zona
- Zona turística
- Riquezas culturales
- Sitios arqueológicos
- Amenazas naturales

Para realizar el análisis de las opciones se recurre a la utilización de una tabla de valorización. En esta se evalúan seis aspectos principales, los cuales son:

- Generalidades del terreno
- Características físicas del terreno
- Técnicas constructivas para acondicionar en el terreno la solución propuesta
- Condiciones sanitarias del terreno
- Características biológicas del terreno
- Características socioeconómicas del terreno

Como criterio de la ponderación, cada aspecto es ponderado de acuerdo a una escala de valores:

Tabla VII. **Criterios de calificación para los terrenos**

Peor						Mejor				
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5

Fuente: elaboracion propia.

- El valor +5 indica que la valoración es de mucho beneficio
- El valor -5 indica que la valoración es de mucho riesgo
- El valor 0 indica que el aspecto no influye en el análisis del tema

En el análisis se consideran los valores positivos y negativos en cada aspecto, para luego realizar una suma algebraica y obtener cuál de los dos valores es el que predomina. Cada una de las características o factores considerados responden a las acciones que directamente influyen en el entorno, en el momento de desarrollarse o ejecutarse la opción seleccionada. La valoración de cada aspecto incluye el análisis de los efectos que puede generar la realización del proyecto en ese emplazamiento.

2.4. Tecnología

La tecnología disponible para el tratamiento de los desechos sólidos en el municipio de San Raymundo será: el vertedero controlado o relleno sanitario, el cual servirá para depositar el total de los desechos generados, posteriormente se deberá analizar la opción de realizar una clasificación de los desechos en orgánicos e inorgánicos para la obtención de compost, el cual será obtenido de la materia orgánica. Estas soluciones se adecuarán al espacio disponible y los tipos de basura que actualmente se generan en el municipio.

2.4.1. Generación de desechos

Los residuos no aprovechables constituyen un problema para muchas sociedades, sobre todo para las grandes urbes así como para el conjunto de la población del planeta, debido a que la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo han acrecentado mucho la cantidad de basura que se genera.

2.4.1.1. Características de los desechos sólidos

Para establecer los volúmenes, tipos y características de los desechos sólidos en los puntos de generación, se recurrió al muestreo de la basura generada en diferentes zonas y sectores de la cabecera municipal.

Los sectores definidos son:

- Vivienda
- Comercio
- De servicios público

En el sector vivienda: aproximadamente ocupa un 53% del volumen de desechos, éstos están conformados en un 75% por materia orgánica.

En el sector comercio: con un 25% del volumen de desechos, se genera un porcentaje igual de basura orgánica, tierra y otros materiales.

En el sector de servicios públicos: con 22% del volumen total, en los desechos generados por los diversos establecimientos en esta rama,

claramente se observa que predomina el papel, esto debido al tipo de actividad que realizan.

Los desechos de la Policía Nacional Civil y de la municipalidad, se obtuvo materia inorgánica en un 80%.

En las escuelas, predominaron los desechos orgánicos con un 60% y el papel junto a otros elementos como plástico formaron el restante 40%.

En el área de salud, el 55% de los desechos son de tipo bio-infecciosos, éstos son generados por actividades hospitalarias, los cuales deben ser transportados a lugares especiales y no al mismo lugar en donde se les da disposición final a los desechos comunes, además cuenta con un 45% de desechos generados por actividades administrativas, limpieza general del sitio y por usuarios (visitantes y pacientes), éstos incluye desechos alimenticios, plásticos, papel, entre otros.

Al final, se estimó que aproximadamente un 62% de los desechos generados son de origen orgánico.

2.4.1.2 Manejo de los desechos sólidos

En función de la naturaleza de los desechos, estos se pueden tratar de diferente forma, tanto en su manejo como en su disposición final.

2.4.1.2.1 Compostaje

El proceso de compostaje permite reciclar residuos orgánicos los cuales pueden ser obtenidos de la basura generada en el municipio, por sectores

comercial, industrial o agrícola. Recupera materia orgánica de los residuos, que puede ser retornada al suelo convertida en fertilizante. En este sistema de tratamiento, se mezcla la materia prima (basura orgánica) con agentes esponjantes orgánicos, tales como estiércol, y se dispone en pilas. Los agentes esponjantes, ayudan a incrementar la porosidad para facilitar el flujo de aire; mientras, la energía desprendida durante la degradación orgánica se traduce en una elevación de la temperatura de la pila. Se incorpora agua periódicamente y las pilas se voltean por medios mecánicos a intervalos regulares de tiempo (habitualmente una vez por semana). Puede llegar a obtenerse beneficios económicos al realizar este procedimiento, a la vez que se cumple la función de disminuir los niveles de contaminación en el municipio.

2.4.1.2.2. Vertedero controlado

Consiste en tomar un terreno impermeable o arcilloso, de lo contrario deberá impermeabilizarse el área que servirá para depositar la basura con una capa de arcilla compactada o en último caso, con una geomembrana de PVC, y colocar mallas de papeleo para evitar que la acción del viento disperse bolsas y papeles fuera del vertedero. En la frecuencia que convenga se deposita la basura generada en la cabecera municipal, teniendo el cuidado de verterla homogéneamente en todo el terreno, éste incluye drenajes de líquido y gases.

2.4.1.3. Recipientes para uso en lugares públicos

Es recomendable que los recipientes, en los cuales se deposite la basura, sean de un material resistente, a la intemperie, el vandalismo y al uso, se propone que los recolectores que estén a la intemperie sean elaborados de polietileno de alta densidad debido a sus características físicas y químicas

Aunque la inversión a un inicio puede ser alta, el costo en el tiempo es significativo, deberá también dárseles mantenimiento de limpieza cada cierto tiempo, con el fin de aumentar su vida útil. Pueden pintarse con mensajes de concienciación para que la población haga uso de ellos.

Se recomiendan dos tipos de recipientes públicos: recolectores de basura para colocar en los postes de alumbrado público (figura 3) y contenedores basados en toneles de plástico puestos en pareja, dentro de una pequeña bóveda de concreto o metal, instalados en lugares estratégicos como parques, mercados y centros de educación, para depositar la basura recolectada en el barrido de las vías (figura 4). Ambos tipos de recipientes deberán ser identificados por colores como azul para desechos inorgánicos y verde para orgánicos, de este modo se contará con una forma sencilla para separar preliminarmente los desechos.

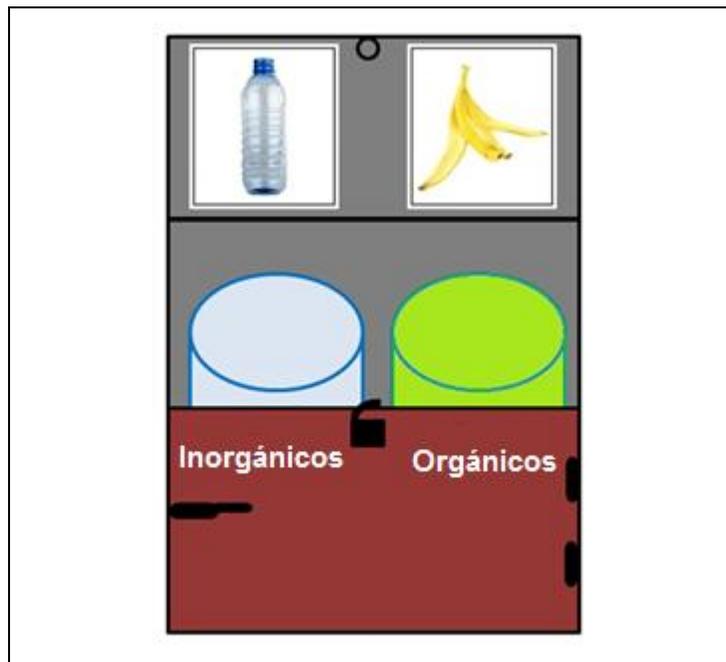
Figura 3. **Recipiente público**



Fuente: A1 Contenedores S.A. de C.V.

Recolector de basura fabricado en material resistente a las condiciones climáticas y altos impactos, se coloca en un poste por medio de sujeción, por su diseño y sus dimensiones ocupan un mínimo de espacio, fácil vaciado.

Figura 4. **Contenedor**



Fuente: elaboración propia.

Contenedor con toneles plásticos para recolección de basura fabricado de concreto o metal, se colocan en lugares con afluencia de personas como parques, mercados o centros educativos.

2.4.2. Recolección y transporte.

Los desechos en periodos de tiempo establecidos, serán recolectados y trasladados al sitio destinado para su disposición final.

2.4.2.1. Sectores de producción de basura

Los sectores que generan la basura en el municipio de San Raymundo son las viviendas, los comercios, y los servicios públicos. El sector vivienda lo conforman todas las casas de habitación en las que conviven una o más familias, el sector comercio lo integran las tiendas, abarroterías, mercados y farmacias, el sector servicios públicos incluye la Policía Nacional Civil, y los centros educativos como escuelas e institutos.

2.4.2.2. Sectores donde se prestará el servicio

El servicio será prestado para las viviendas, comercio (mercado, tiendas, abarroterías, almacenes, carnicerías, comedores, clínicas, y todos aquellos negocios dentro de la cabecera municipal), oficinas de servicios públicos (puesto de salud, alcaldía municipal, juzgado, parques y áreas de uso común, oficina de correos, oficina de teléfonos, escuelas e instituto, estación de policía, iglesia, y otras) en la cabecera municipal de San Raymundo.

2.4.2.3. Rutas y tiempos de recolección

Para la recolección de la basura en la cabecera municipal se necesita establecer las rutas en función de la cantidad de desechos producidos y los tiempos de recolección y transporte de la basura.

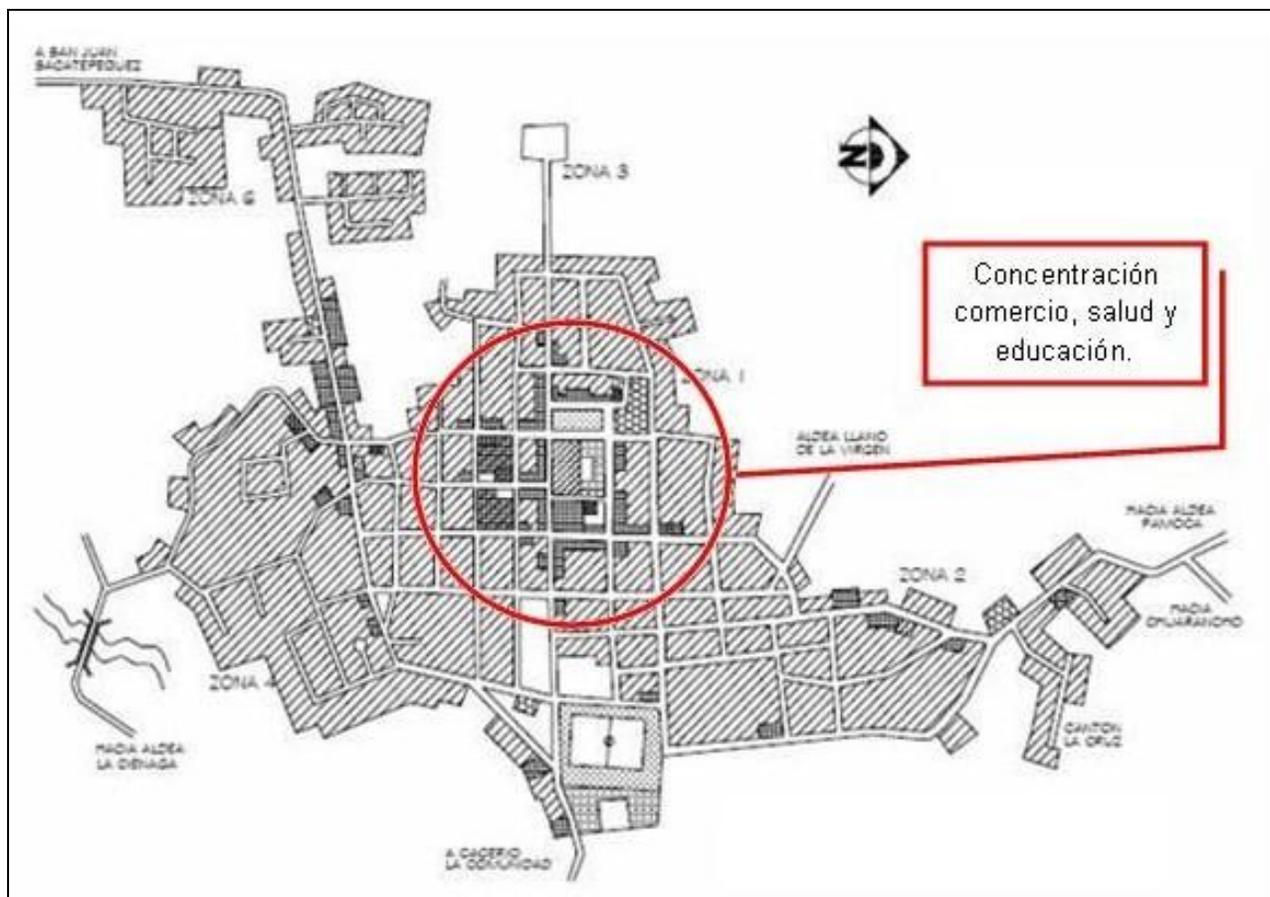
Para este efecto se tratarán 2 rutas:

- Ruta comercial
- Ruta individual

Ruta comercial: cubrirá el área de mayor concentración comercial y su circunferencia, así como el trayecto hacia el lugar de disposición final y posibles calles aledañas dependiendo del volumen que se identifique en dicho trayecto, en función del lugar específico que se determine como de disposición final.

Ruta individual: consta de las calles y avenidas afuera del área comercial de la cabecera municipal.

Figura 5. **Mapa de la cabecera municipal de San Raymundo identificando lugares de concentración de generación de basura**



Fuente: documento Municipalidad de San Raymundo.

2.4.2.4. Métodos y frecuencia de recolección

El proceso de recolección deberá ser del tipo manual, tarea efectuada por los recolectores que viajan en el camión recolector. La frecuencia de este servicio se obtiene de los volúmenes de basura generada, por cada vivienda y la capacidad del camión recolector.

Tabla VIII. **Número de camiones necesarios**

Año	Volumen de basura diario Tm	Volumen de basura mensual Tm	Tomando como base 1 viaje diario		
			Capacidad del camión Tm	Días por mes	Número de camiones
2012	5	157	10	20	1
2013	5	161	10	20	1
2014	6	165	10	20	1
2015	6	170	10	20	1
2016	6	174	10	20	1
2017	6	179	10	20	1
2018	6	184	10	20	1
2019	6	189	10	20	1
2020	6	194	10	20	1
2021	7	199	10	20	1
2022	7	204	10	20	2
2023	7	210	10	20	2
2024	7	216	10	20	2
2025	7	221	10	20	2
2026	8	227	10	20	2
2027	8	234	10	20	2
2028	8	240	10	20	2
2029	8	246	10	20	2
2030	8	253	10	20	2
2031	9	260	10	20	2

Fuente: elaboración propia.

Dada esta característica se estima que los camiones recolectores pasarán en promedio 5 veces por semana, recogiendo la basura generada en cada sector, lo cual da la necesidad de contar con al menos 1 camión de 10 toneladas de capacidad en los primeros 10 años y contar con 2 para el resto del proyecto.

2.4.2.5. Tren de aseo propuesto

El tren de aseo consta con tres pasos:

- Recolección
- Transporte
- Disposición

- Recolección de los desechos sólidos

Es aquella acción que conlleva a tomar los desechos sólidos, desde la fuente generadora, hasta el vehículo que los transportará.

En la recolección no se tomará ningún trabajo extra para clasificar la basura, es decir se limitará única y exclusivamente a recolectar.

Los recolectores deberán ser provistos del equipo siguiente: overol, botas de cuero con punta de acero, cinturón para esfuerzos, guantes y gafas industriales, este equipo disminuirá los efectos producidos por cualquier accidente propio de la actividad.

Para que los recolectores puedan transportar los desechos sólidos, se les proveerá de un lienzo de tela plástica de dimensiones adecuadas, y de fácil utilización.

A los recolectores se les proporcionara tridentes y palas para evacuar los desechos de la unidad de transporte hacia el lugar de disposición final.

Para los recolectores, será obligatoria la utilización del equipo y vestuario que se le proporcionará para el desempeño de sus funciones, ya que el mismo brindará seguridad en el desarrollo de la actividad.

Es indispensable que el recolector de los desechos sólidos, realice una inspección visual, con el objeto de verificar si los mismos no contienen elementos que puedan provocarle algún daño; otra forma de conocer el contenido de los desechos sólidos recolectados en las fuentes generadoras, será establecer una comunicación con los usuarios, de modo que éstos le proporcionen detalles del tipo de basura que se está entregando.

El piloto de la unidad de transporte y los recolectores no deberán realizar actividades peligrosas que pongan en riesgo su salud, estas actividades van desde el acarreo de pesos elevados, la búsqueda de materiales en lugares altos o en sitios que impliquen riesgo por la tenencia de animales o por las características mismas del lugar, hasta actividades que impliquen riesgo biológico por el contacto con material infeccioso sin el equipo adecuado y sin tomar en cuenta métodos de limpieza individual después de la manipulación de los desechos.

La basura no deberá de manipularse, si se desconoce su contenido, con ello se evitará el contacto con objetos punzos cortantes, químicos, agujas, o cualquier elemento que pueda causarle daño.

Las herramientas utilizadas en el proceso de manejo de los desechos, serán objeto de limpieza diariamente, así como de la reparación o sustitución, según sea el caso.

El equipo del personal de limpieza, de cada recolector será objeto de inspección diaria, haciendo los cambios que fueren necesarios y sustituyendo el equipo deteriorado, principalmente para conservar la seguridad en la operación que los recolectores realizan.

El trato hacia los usuarios del servicio, deberá ser el más adecuado, utilizando las reglas de cortesía y respeto, como clientes del servicio que son.

Deberá evitarse al máximo, dejar desechos regados en este proceso, es decir, que todos aquellos residuos que involuntariamente caigan en el camino del punto de recolección a la unidad de transporte deberán de ser debidamente manejados (limpiar el área afectada, levantándolos e introducirlos a la unidad de transporte recolector).

Los recolectores deberán orientar a los usuarios, en forma cortés y sin llegar a conflictos con los usuarios, sobre la forma más adecuada en la que deben entregar los desechos sólidos.

Se establecerán fechas determinadas, para este proceso, con el objeto que los usuarios preparen con antelación sus desechos y no exista atraso en la recolección.

- Transporte

Acción que consiste en trasladar los desechos sólidos, de la fuente generadora hasta su disposición final.

Este procedimiento será coordinado, exclusivamente por el piloto de la unidad recolectora, el cual será responsable, tanto del vehículo, como también de los recolectores que serán sus subordinados.

El piloto deberá regirse directamente a todo lo regulado y estipulado en el Reglamento de Tránsito para el buen desempeño de sus funciones.

La unidad de transporte será una unidad automotor, acondicionada para que pueda ser utilizada en el proceso de transporte de los desechos sólidos, para este fin se techará y cerrará en sus tres lados, colocándose dos puertas abatibles, hacia afuera. La unidad será la adecuada para que los desechos puedan acomodarse adecuadamente a fin de evitar que los mismos queden regados en el trayecto.

La unidad de transporte deberá ser plenamente identificada como recolectora de los desechos sólidos, y estar en perfectas condiciones de funcionamiento, la mayor parte de desechos líquidos generados son aguas residuales, los cuales generalmente son eliminados vía drenajes, para los casos en donde se pueda dar una excepción, por ejemplo: aceites y combustibles en talleres o líquidos biológicos generados en clínicas. Se establecerá comunicación con los establecimientos para que estos residuos no se mezclen con el resto, sumado a esto se proveerá de una capa de material especial al piso del vehículo recolector, con el fin de no provocar derrames, para que al momento de su disposición final se proceda con tratamiento adecuado,

dependiendo del material para su reutilización o bien realizar procesos químicos para dejar inactivo el residuo para su disposición final.

El tamaño de la unidad deberá estar en función del ancho de las calles, con el propósito de circular perfectamente por las mismas.

La unidad de transporte deberá tener un lugar acondicionado para que los recolectores puedan sentarse adecuadamente durante el transporte.

Todo vehículo deberá ser sometido a mantenimiento preventivo, según las normas y especificaciones del fabricante.

Con el manejo adecuado de esta práctica, se prolongará la vida útil de la unidad, y se reducirán los costos por imprevistos provocados por reparaciones en un mantenimiento correctivo.

Deberá establecerse un plan de mantenimiento para los vehículos recolectores, definiendo fechas para el cambio de aceites, fajas, filtros y todo lo que incluya el mantenimiento preventivo.

Además del mantenimiento necesario para la unidad de transporte, diariamente se le hará una limpieza, retirando todos los desechos que resulten del proceso de recolección, esta limpieza permite retirar los lixiviados propios de los desechos, ya que la acumulación de éstos provocaría corrosión en la carrocería.

La unidad de transporte será ubicada al final del día en el espacio acondicionado dentro del vertedero o relleno.

Los vehículos utilizados en el transporte deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento, así como perfectamente acondicionados para prestar el servicio.

Deberán programarse adecuadamente los días de recolección, estimando aquellas fechas en que se genera mayor cantidad de residuos, tratando en lo posible de cubrir la demanda del servicio, tomando en cuenta que el atraso en la recolección provoca la descomposición de la misma en las fuentes generadoras, lo que obligaría a los usuarios a deshacerse de la misma en lugares diferentes a los previstos para este proceso.

No se depositará la basura en ningún otro lugar, que no sea el establecido para esta acción.

- Disposición

Acción de evacuar los desechos sólidos de la unidad de transporte, al lugar que ha sido designado para su disposición.

La acción de evacuar de la unidad de transporte los desechos sólidos será ejecutada por los recolectores, utilizando el equipo diseñado para esto.

Será responsabilidad del piloto de la unidad de transporte, que al ingresar al lugar de disposición final deberá tener el cuidado de depositar los desechos en los lugares designados para ellos, así como las instrucciones que para este fin se hayan establecido, también evitar al ingreso y egreso, que los desechos sean regados en el camino de la ruta y en el de ingreso.

2.4.3. Disposición final

El 100% de los desechos serán depositados en el relleno, se deberá implementar áreas para la elaboración de compost y para depósitos de material reciclable, tomando esto en cuenta, se procederá a la separación entre desechos orgánicos e inorgánicos, de esta clasificación se distribuirán los desechos que pueden reciclarse, los que formarán parte del vertedero controlado y los que serán la materia prima del proceso de compostaje.

2.4.3.1. Clasificación de los residuos sólidos

En esta fase es necesario establecer algunos lineamientos básicos que facilitarán el proceso de disposición.

No se pueden separar eficazmente materiales específicos de residuos a partir de rellenos sólidos no seleccionados.

Para la clasificación de residuos a nivel domiciliar, se propone la concientización de las personas para desechar sus residuos separándolos en orgánicos e inorgánicos, tomando en cuenta que los restos de comida forman en gran parte lo que se tira a la basura. En un futuro buscar una clasificación más específica para los materiales inorgánicos como: papel, plástico, vidrio y metales, por los beneficios de la reutilización que a algunos se les puede dar.

Si en primer lugar, no se separan artículos voluminosos como madera, bienes de línea blanca y grandes piezas de cartón, se romperán las bolsas de plástico y cartón en que se meten los residuos, y se exponen sus contenidos.

Las especificaciones para el material recuperado afectarán al grado de separación a que se somete el material residual

El papel mezclado y cantidades limitadas de cartón de origen doméstico, así como cartones de origen comercial son descargados de los vehículos de recogida en zonas separadas dentro del muelle de descarga.

El cartón, los artículos voluminosos y los artículos de papel no reciclables, tales como cuadernos con espiral, libros, guías telefónicas y otros contaminantes, se separan del papel mezclado. También se separan las bolsas de papel marrón, a menudo utilizadas para guardar periódicos, ya que tienen un alto valor en el mercado.

Los artículos voluminosos también se separan del cartón. Una vez que el papel mezclado y el cartón han sido seleccionados, se transportan para su embalaje, este proceso lo realizarán los habitantes de la comunidad que estén interesados en comercializar estos desechos.

Las pacas de papel, normalmente deberán medir 1,125 m³ y pesarán aproximadamente 635 kilogramos.

Una vez que el papel ha sido embalado se procede a embalar el cartón, las pacas de cartón son del mismo tamaño que las de papel y pesan aproximadamente 500 kilogramos.

Las pacas de papel se almacenarán en un lugar en el que no se encuentren expuestas al sol, para evitar deterioros por exposición a la luz solar (el papel se vuelve marrón y frágil cuando se expone a la luz ultravioleta) y

daños causados por el agua de lluvia. Las pacas de cartón pueden exponerse al sol, teniendo únicamente el cuidado del agua de lluvia.

Las latas de aluminio, hojalata y los materiales plásticos podrán embalarse de la misma manera que el papel y el cartón. Por sus características, estos materiales requieren menos cuidado en su almacenaje comparado con el papel y el cartón.

La materia orgánica se dispondrá directamente en el área destinada para desarrollar el proceso de compostaje. Se deben realizar campañas de información acerca de cómo separar los desechos desde el hogar, esto facilitará la labor de separación en el vertedero.

La materia inorgánica que no pueda ser reciclada, será depositada directamente en el relleno o vertedero controlado.

2.4.3.2. Programa de recuperación de residuos sólidos

Para lograr el éxito en el desarrollo del programa de recuperación de los residuos sólidos, es necesario que para su implementación se lleven a cabo varias fases.

- Primera fase: lo constituye el apoyo que el programa de divulgación hará hacia el proyecto. En este programa se pretende crear conciencia en la población, sobre el beneficio de manejar adecuadamente sus desechos. Esta orientación se centrará directamente en educar a la comunidad, de manera que previo a entregar sus desechos realicen una clasificación y

separación de los componentes orgánico e inorgánico, esto ahorrará recursos en la disposición final.

- Segunda fase: consistirá en capacitar al personal que se encuentre en el vertedero, sobre como deberá de efectuarse la disposición de los desechos, disponiéndolos correctamente en materia orgánica e inorgánica.
- Tercera fase: deberá promoverse entre los miembros de la comunidad, el aprovechamiento de los desechos que puedan reciclarse para que hagan de esta actividad, su modo de vida.

2.4.3.3. Personal empleado para el proceso de disposición final

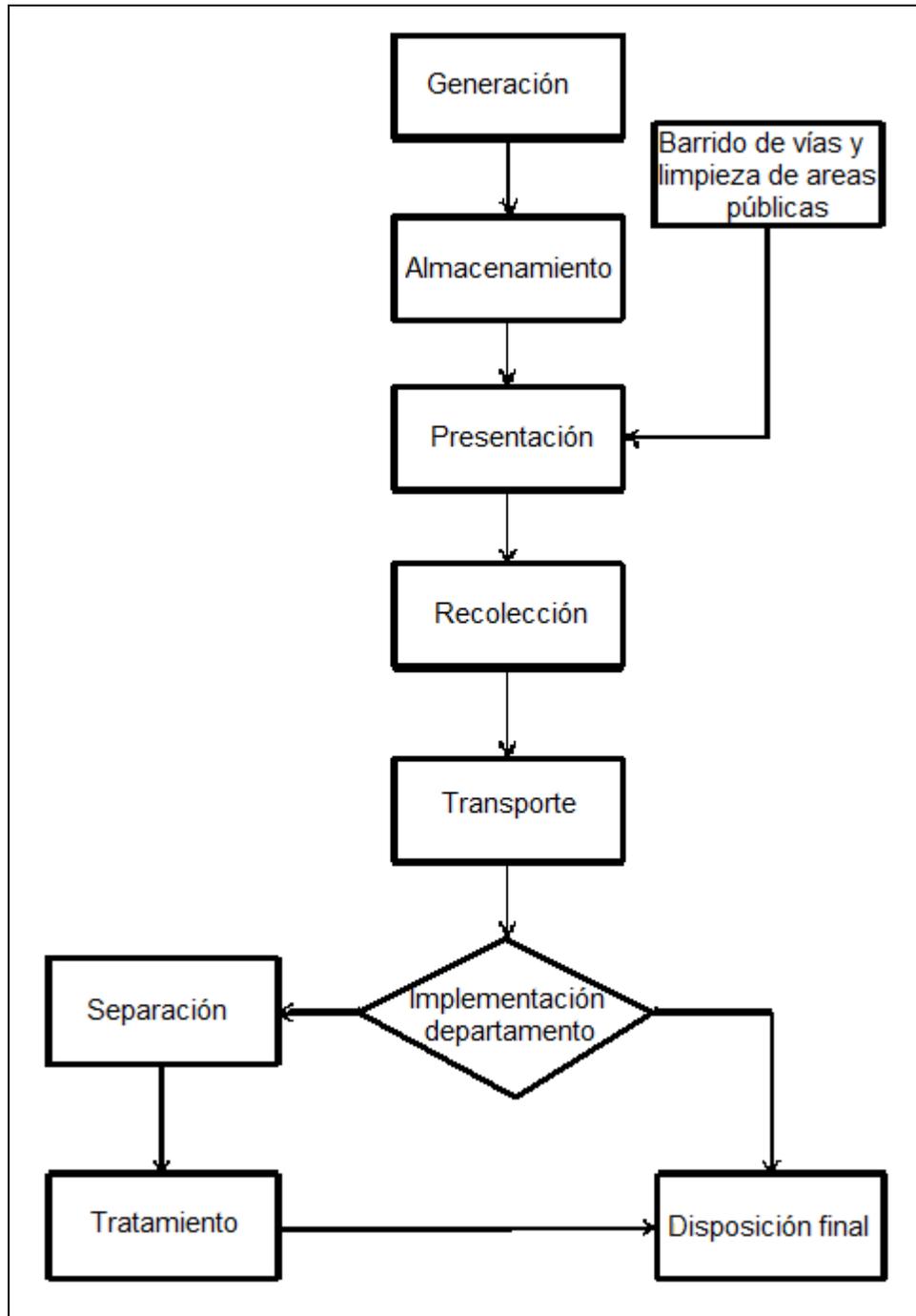
Deberán ubicarse personas en el área destinada para el proceso de compostaje, siendo las encargadas de controlar la materia orgánica en todo el proceso de transformación en compost. Por los niveles de materia orgánica esperados, se estima que 4 personas serán suficientes para cumplir con este proceso. Los recolectores de la basura y el piloto formarán parte también del proceso de disposición, ya que de ellos depende la correcta disposición en el área donde se ubicarán los componentes inorgánicos de la basura.

2.4.3.4. Diagrama de flujo

El proceso para el manejo de los desechos sólidos, ha quedado determinado de la forma siguiente:

- Los desechos después de ser recolectados de fuentes públicas e individuales, son transportados al lugar de disposición final.
- Si ya se tiene implementado un lugar y proceso adecuado para realizar la elaboración de compost, la separación permitirá clasificar adecuadamente cada uno de los desechos en el grupo al cual pertenecen.
- Dependiendo, si son desechos orgánicos o inorgánicos se le da el tratamiento adecuado.
- Finalmente, se realiza la disposición final, ya sea en el relleno o como compostaje.

Figura 6. Diagrama de flujo de la solución propuesta



Fuente: elaboración propia.

3. ESTUDIO FINANCIERO

3.1. Costo general del proyecto

Los costos generales para la implementación del sistema, serán divididos en dos partes:

- Recolección de los desechos
- Disposición final de los desechos

3.1.1. Inversión inicial

- Recolección de los desechos
 - Inversión camiones recolectores

Debido a las características del camión propuesto para el presente estudio, su costo es elevado; sin embargo, se aconseja a la municipalidad llevar a cabo una licitación, en la cual participen empresas privadas dedicadas a este trabajo y expertas en el tema.

- Contenedores de basura

Se estima la colocación de 3 contenedores, ubicando 2 en el mercado municipal y 1 en el parque central.

- Disposición final de los desechos

Para la disposición final la implementación del un relleno en un lugar adecuado es básico, para esto se debe contar con un terreno de 38,743 m², aproximadamente 4 hectáreas, ubicado en un lugar específico, éste debe ser preparado para la implementación de la obra. Contar con vehículos y personal para la preparación del terreno y para su mantenimiento durante su vida útil.

- Terreno

Costo de un terreno de 4 hectáreas, que llene los requerimientos necesarios, según datos proporcionados por la municipalidad y cálculos de población y volumen de residuos generados en el tiempo.

- Infraestructura

Costos aproximados para el área de disposición final; incluye preparación del terreno y tuberías en su elaboración y el mantenimiento respectivo durante el período de tiempo a ser utilizado.

- Maquinaria y equipo

Adquirir maquinaria pesada nueva, formada por una retro excavadora, una trituradora y un rodo compactador manual. Para la recolección se iniciará con un camión tomando en cuenta la utilización de más vehículos en el tiempo, dependiendo de las necesidades del proyecto.

- Inversión equipo

Compra del equipo necesario para el personal de recolección y acondicionamiento, herramientas y equipo de protección para el personal encargado de estas áreas.

Tabla IX. **Resumen costos de inversión inicial**

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Total
1	Camión de 10 toneladas	Q. 450 000,00	Q. 450 000,00
3	Contenedores de basura y recolectores varios	Q. 5 000,00	Q. 15 000,00
1	Terreno de 4 hectáreas	Q. 6 000 000,00	Q. 6 000 000,00
1	Costo preparación de área del relleno, incluyendo preparación del terreno y tuberías	Q. 325 000,00	Q. 325 000,00
1	Retroexcavadora	Q. 700 000,00	Q. 700 000,00
1	Trituradora	Q. 5 500,00	Q. 5 500,00
1	Rodo compactador	Q. 175 000,00	Q. 175 000,00
4	Kit equipo y herramientas recolectores	Q. 290,00	Q. 1 160,00
4	Kit equipo y herramientas empleados de limpieza	Q. 175,00	Q. 700,00
4	Kit equipo y herramientas acondicionadores	Q. 620,00	Q. 2 480,00
	Total		Q. 7 674 840,00

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Determinación de fuentes de financiamiento

La implementación del proyecto implica el uso de una serie de recursos, los cuales deben ser identificados en forma minuciosa, porque de ello depende

que al momento de implementar el proyecto no surjan problemas, que al final podrían atentar contra la implementación del proyecto.

3.1.2.1. Financiamiento interno

En este rubro entran los ingresos propios de la municipalidad y de apoyo por instituciones gubernamentales como el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

3.1.2.2. Financiamiento externo

Para el caso de buscar financiamiento externo, lo más viable es vender el proyecto a una empresa o persona individual, interesada sobre todo en la recuperación de los desechos sólidos.

3.1.3. Costos variables

- Recolección de desechos
 - Brigada de recolectores
 - Se considera una cantidad de 3 recolectores y un piloto para el camión de recolección.
 - Cuadrilla de 4 personas para barrido y limpieza municipal de puntos críticos.

- Disposición final de los desechos
 - Infraestructura
 - Costo de preparación y mantenimiento del área anual.

- Personal municipal de limpieza
 - Debido a que este costo debe ser cubierto por la municipalidad, la cantidad de personas a laborar como personal de limpieza, dependerá del presupuesto que esta tenga estipulado para el tema.

- De operación
 - Combustibles y lubricantes: para determinar el consumo de combustible de ambas máquinas, existe el dato de cuánto consume el motor en altas revoluciones y con máxima carga, lo cual arrojaría el parámetro más alto que podría consumir en un tiempo determinado, el número de horas depende de factores como tipo de terreno y habilidad del operario.
 - Mantenimiento de maquinaria y equipo: se toma en cuenta básicamente los servicios que deben tener según especificaciones.
 - Sueldo de operadores: operarios del relleno sanitario.
 - Sueldo administrativo: sueldo del personal de administración del proyecto

Tabla X. **Resumen costos variables**

Cantidad	Descripción	Costo anual	Total
4	Recolectores	Q. 30 800,00	Q. 123 200,00
1	Chofer	Q. 42 000,00	Q. 42 000,00
1	Preparación y mantenimiento anual del area del relleno	Q. 325 000,00	Q. 325 000,00
4	Personas de limpieza municipal (propuesta)	Q. 30 800,00	Q. 123 200,00
1	Combustibles y lubricantes	Q. 116 072,73	Q. 116 072,73
1	Mantenimiento de maquinaria y equipo	Q. 114 333,33	Q. 114 333,33
8	Sueldo operarios del relleno (acondicionadores, guardianes,	Q. 30 800,00	Q. 246 400,00
1	Sueldo administrador	Q. 49 000,00	Q. 49,000,00
	Total al año		Q. 1 139 206,06

Fuente: elaboración propia.

3.2. Ingresos del proyecto

Los ingresos son generados a través del cobro de tarifa municipal por el servicio de recolección y por un estimado en la venta del abono orgánico producto del proceso de compostaje, aprovechando el 60% del total de desechos sólidos, los cuales se estima son de carácter orgánico. Se establece un precio de venta inicial por quintal de Q. 30,00.

3.2.1. Definición de la tarifa de recolección de basura

Según información, en cuanto a la tarifa actual que se cobra por parte de la municipalidad, tomando en cuenta los resultados del estudio de campo respecto a esta cuestión, y buscando que el proyecto sea autofinanciable en un

buen porcentaje, se propone como tarifa mensual de recolección por vivienda de Q. 35,00.

Tabla XI. **Resumen de ingresos anuales por concepto de cobro del servicio**

Año	Viviendas	Tarifa mensual Q 35,00	
		Ingreso al mes	Ingreso al año
2012	2 417	Q. 84 596,97	Q. 1 015 163,70
2013	2 482	Q. 86 881,09	Q. 1 042 573,12
2014	2 549	Q. 89 226,88	Q. 1 070 722,59
2015	2 618	Q. 91 636,01	Q. 1 099 632,10
2016	2 689	Q. 94 110,18	Q. 1 129 322,17
2017	2 761	Q. 96 651,16	Q. 1 159 813,87
2018	2 836	Q. 99 260,74	Q. 1 191 128,84
2019	2 913	Q. 101 940,78	Q. 1 223 289,32
2020	2 991	Q. 104 693,18	Q. 1 256 318,13
2021	3 072	Q. 107 519,89	Q. 1 290 238,72
2022	3 155	Q. 110 422,93	Q. 1 325 075,17
2023	3 240	Q. 113 404,35	Q. 1 360 852,20
2024	3 328	Q. 116 466,27	Q. 1 397 595,21
2025	3 417	Q. 119 610,86	Q. 1 435 330,28
2026	3 510	Q. 122 840,35	Q. 1 474 084,20
2027	3 604	Q. 126 157,04	Q. 1 513 884,47
2028	3 702	Q. 129 563,28	Q. 1 554 759,35
2029	3 802	Q. 133 061,49	Q. 1 596 737,85
2030	3 904	Q. 136 654,15	Q. 1 639 849,77
2031	4 010	Q. 140 343,81	Q. 1 684 125,72

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Resumen de ingresos anuales por concepto de venta de abono orgánico**

Año	Toneladas de basura al año	60% orgánico a Q. 30,00 el quintal	
		% orgánico	Ingreso al año
2012	1 906	1,143	Q. 343 009,31
2013	1 957	1,174	Q. 352 270,56
2014	2 010	1,206	Q. 361 781,87
2015	2 064	1,238	Q. 371 549,98
2016	2 120	1,272	Q. 381 581,83
2017	2 177	1,306	Q. 391 884,54
2018	2 236	1,342	Q. 402 465,42
2019	2 296	1,378	Q. 413 331,99
2020	2 358	1,415	Q. 424 491,95
2021	2 422	1,453	Q. 435 953,23
2022	2 487	1,492	Q. 447 723,97
2023	2 555	1,533	Q. 459 812,52
2024	2 623	1,574	Q. 472 227,46
2025	2 694	1,617	Q. 484 977,60
2026	2 767	1,660	Q. 498 071,99
2027	2 842	1,705	Q. 511 519,94
2028	2 919	1,751	Q. 525 330,97
2029	2 997	1,798	Q. 539 514,91
2030	3 078	1,847	Q. 554 081,81
2031	3 161	1,897	Q. 569 042,02

Fuente: elaboración propia.

3.3. Evaluación financiera

Se estimó un 14% como tasa de descuento, según datos proporcionados para proyectos de municipalidades según datos del INFOM, y que el 100% de las viviendas beneficiadas cancelaran la cuota mensual.

El ingreso por venta de abono orgánico, es decir, se estimaron costos anuales y de inversión inicial del proyecto

3.3.1. Análisis de valor presente neto

El cálculo se realizará con base en proyecciones de ingresos y egresos estimados durante la vida útil del proyecto.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

- n = periodo de tiempo
- i = tasa de descuento
- t = año a evaluar
- I_0 = inversión inicial
- $V_t = \frac{\text{valor ingreso}}{(1+i)^t} - \frac{\text{valor egreso}}{(1+i)^t}$

VPN = ingresos a valor presente - egresos a valor presente - inversión inicial.

Tabla XIII. Cálculo de valor presente neto

t	i	VPN ingreso	VPN egreso	VPN total	Inversión inicial
0	14%	Q. -	Q. -	Q. -	Q. 7 674 840,00
1	14%	Q. 1 191 379,83	Q. 999 303,56	Q. 192 076,27	
2	14%	Q. 1 073 286,92	Q. 876 582,07	Q. 196 704,85	
3	14%	Q. 966 899,71	Q. 768 931,64	Q. 197 968,07	
4	14%	Q. 871 057,90	Q. 674 501,44	Q. 196 556,45	
5	14%	Q. 784 716,19	Q. 591 667,93	Q. 193 048,26	
6	14%	Q. 706 932,92	Q. 519 006,96	Q. 187 925,96	
7	14%	Q. 636 859,74	Q. 455 269,26	Q. 181 590,48	
8	14%	Q. 573 732,42	Q. 399 359,00	Q. 174 373,42	
9	14%	Q. 516 862,45	Q. 350 314,91	Q. 166 547,54	
10	14%	Q. 465 629,59	Q. 307 293,78	Q. 158 335,81	
11	14%	Q. 419 475,08	Q. 269 555,95	Q. 149 919,13	
12	14%	Q. 377 895,53	Q. 236 452,59	Q. 141 442,95	
13	14%	Q. 340 437,47	Q. 207 414,55	Q. 133 022,92	
14	14%	Q. 306 692,35	Q. 181 942,59	Q. 124 749,76	
15	14%	Q. 276 292,14	Q. 159 598,76	Q. 116 693,38	
16	14%	Q. 248 905,29	Q. 139 998,91	Q. 108 906,38	
17	14%	Q. 224 233,10	Q. 122 806,06	Q. 101 427,04	
18	14%	Q. 202 006,49	Q. 107 724,62	Q. 94 281,87	
19	14%	Q. 181 983,04	Q. 94 495,28	Q. 87 487,76	
20	14%	Q. 163 944,37	Q. 82 890,60	Q. 81 053,77	
	Sumas	Q. 10 529 222,54	Q. 7 545 110,46	Q. 2 984 112,07	Q. 7 674 840,00
	VPN	-Q. 4 690 727,93			

Fuente: elaboración propia.

El valor presente neto para ingresos es de Q. 10 529 222,54

El valor presente neto para egresos es de Q. 7 545 110,46

La inversión inicial asciende a Q. 7 674 840,00

En consecuencia, se tiene una diferencia negativa de -Q. 4 690 727,93, lo que muestra que la inversión no se recupera con el tiempo, esto al tratarse de un proyecto de orden social sólo se debe tomar como referencia, pues la rentabilidad debe ser medida en el número de personas beneficiadas y no en las ganancias obtenidas.

3.3.2. Relación beneficio costo

El análisis de relación beneficio costo representa un índice de comparación de ingresos con relación a los costos. En otras palabras, representa el porcentaje de utilidad sobre los costos incurridos.

Para obtenerlo se divide el valor actual de los flujos de efectivo esperados (entradas de efectivo menos salidas de efectivo) entre el costo total de la inversión inicial (salida de efectivo inicial).

Criterios de aceptación:

- Beneficio/costo > 1 implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- Beneficio/costo = 1 implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- Beneficio/costo < 1 implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

$$B/C = \frac{VPN \text{ ingresos} - VPN \text{ egresos}}{\text{Inversion inicial}}$$

$$B/C = \frac{Q10,529,222.54 - Q7,545,110.46}{Q7.674.840.00}$$

$$B/C = 0.39$$

La relación beneficio/costo, es menor que 1, lo que confirma el resultado de valor presente neto, por lo que el proyecto desde el punto de vista económico no es aconsejable.

3.3.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

El análisis de la tasa interna de retorno representa la tasa de descuento, que aplicada a todos los ingresos y gastos del proyecto durante su vida útil, hace equivalentes los valores de los ingresos y gastos actualizados.

El criterio de aceptación del proyecto con base en la TIR es el siguiente:

- Si $TIR \geq i$ se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).
- Si $TIR < i$ se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

Para determinarla se ensayó con valores de tasas propuestas.

Tabla XIV. **Cálculo de tasa interna de retorno**

TASA	VPN ingreso	VPN egreso	Inversión inicial	VPN
14%	Q. 10 529 222,54	Q. 7 545 110,46	Q. 7 674 840,00	Q. -4 690 727,93
10%	Q. 13 893 303,70	Q. 9 698 703,39	Q. 7 674 840,00	Q. -3 480 239,69
5%	Q. 21 132 587,64	Q. 14 197 025,55	Q. 7 674 840,00	Q. -739 277,91
4,5%	Q. 22 149 337,69	Q. 14 818 720,04	Q. 7 674 840,00	Q. -344 222,35
4%	Q. 23 237 855,83	Q. 15 482 182,14	Q. 7 674 840,00	Q. 80 833,69

Fuente: elaboración propia.

La tasa interna de retorno más cercana que produce un VPN positivo, es 4%, menor a la tasa de descuento utilizada, lo que muestra que la máxima tasa a la que se pueden descontar los flujos es de 4% para obtener ganancias.

3.3.4. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad representa el comportamiento de la ejecución del proyecto ante una variación o cambio en las condiciones del planteo general del proyecto.

- Para que el proyecto no genere pérdidas, la tarifa mínima debería ser de: Q. 56,00 por vivienda, esto daría un VPN de Q. 31 299,86

Tabla XV. VPN con tarifa de Q. 56,00

t	i	VPN ingreso	VPN egreso	VPN total	Inversión inicial
0	14%	Q. -	Q. -	Q. -	Q. 7 674 840,00
1	14%	Q. 1 725 676,52	Q. 999 303,56	Q. 726 372,96	
2	14%	Q. 1 554 622,62	Q. 876 582,07	Q. 678 040,55	
3	14%	Q. 1 400 524,06	Q. 768 931,64	Q. 631 592,42	
4	14%	Q. 1 261 700,18	Q. 674 501,44	Q. 587 198,74	
5	14%	Q. 1 136 636,92	Q. 591 667,93	Q. 544 968,99	
6	14%	Q. 1 023 970,28	Q. 519 006,96	Q. 504 963,32	
7	14%	Q. 922 471,47	Q. 455 269,26	Q. 467 202,21	
8	14%	Q. 831 033,51	Q. 399 359,00	Q. 431 674,51	
9	14%	Q. 748 659,13	Q. 350 314,91	Q. 398 344,22	
10	14%	Q. 674 449,94	Q. 307 293,78	Q. 367 156,16	
11	14%	Q. 607 596,57	Q. 269 555,95	Q. 338 040,62	
12	14%	Q. 547 369,90	Q. 236 452,59	Q. 310 917,30	
13	14%	Q. 493 113,05	Q. 207 414,55	Q. 285 698,50	
14	14%	Q. 444 234,30	Q. 181 942,59	Q. 262 291,71	
15	14%	Q. 400 200,55	Q. 159 598,76	Q. 240 601,79	
16	14%	Q. 360 531,55	Q. 139 998,91	Q. 220 532,63	
17	14%	Q. 324 794,65	Q. 122 806,06	Q. 201 988,58	
18	14%	Q. 292 600,09	Q. 107 724,62	Q. 184 875,47	
19	14%	Q. 263 596,75	Q. 94 495,28	Q. 169 101,47	
20	14%	Q. 237 468,30	Q. 82 890,60	Q. 154 577,70	
	Sumas	Q. 15 251 250,33	Q. 7 545 110,46	Q. 7 706 139,86	Q. 7 674 840,00
	VPN	Q. 31 299,86			

Fuente: elaboracion propia.

4. ESTUDIO ECONÓMICO

4.1. Tenencia y uso de la tierra

Según información de cobertura vegetal y uso de la tierra del MAGA, en porcentajes de utilización sobre el área territorial del municipio de San Raymundo, el 48% está ocupada por arbustos y matorrales, un 30% es utilizada para la agricultura, 18% es bosque natural, 3% infraestructura, el resto está ocupada por cuerpos de agua y zonas áridas y mineras.

4.1.1. Uso actual de la tierra

La mayor parte de la tierra está ocupada por pastos naturales y arbustos, la tierra utilizada para agricultura, en su mayoría es usada para el cultivo de granos básicos y en menor cantidad para hortalizas y pastos cultivados.

El área boscosa está clasificada como bosque mixto, mientras la mayor parte de la infraestructura del lugar es utilizada para construcciones de poblados.

4.1.2. Capacidad productiva de la tierra

Las potencialidades de uso de la tierra en el municipio de San Raymundo, son diversas y se clasifican como tipo VI y VII.

- VI tierras no cultivables: salvo para cultivos permanentes y de montaña principalmente, para fines forestales y pastos, con factores limitantes

muy severos, de topografía profunda, topografía ondulada fuerte o quebrada y fuerte pendiente.

- VII tierras no cultivables: aptas sólo para explotación forestal, de topografía muy fuerte y quebrada con pendiente muy inclinada.

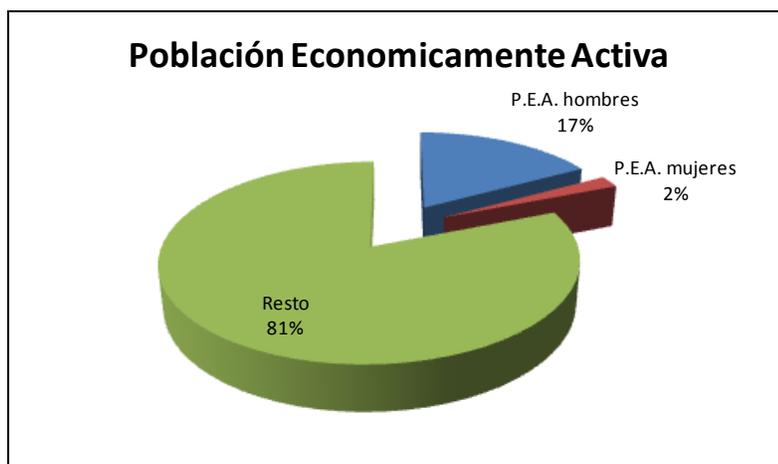
4.2. Trabajo y empleo

Es importante conocer los principales indicadores de empleo e ingresos en el municipio.

4.2.1. Población económicamente activa

En el municipio de San Raymundo los parámetros son de un 17% de hombres y un 2% mujeres, totalizando un 19% como población activa económicamente.

Figura 7. Gráfica población económicamente activa



Fuente: datos al año 2000 del Instituto de Fomento Municipal, INFOM.

4.2.1.1. Tasa de desempleo

Aunque no se encontraron datos exactos de porcentajes de desempleo en el municipio, por medición según la investigación de campo, se determinó que el porcentaje de desempleo es de un 40%.

4.2.1.2. Índices de pobreza

La pobreza general se produce cuando el estimado de consumo de una población se encuentra debajo de la línea de pobreza, el porcentaje de pobreza del municipio es de 54,48%, donde la mayor parte se concentra en las aldeas y caseríos.

El municipio cuenta con 2 agencias bancarias y una cooperativa por lo que los vecinos tienen acceso a crédito.

La pobreza extrema se define cuando el estimado de consumo de una población se encuentra debajo de la línea de pobreza extrema, en el municipio este indicador es de 13,2%.

4.3. Actividad económica por sectores

Según datos del censo de población y habitación, las actividades productivas a la que la PEA se dedica, para obtener sus fuentes de ingreso se distribuyen en: industria manufacturera un 24,95%, 23,33% en actividades relacionadas con la agricultura, 16,03% en la construcción, un 10,22% a servicios comunales, un 10,06% al comercio y un 15,41% a trabajados en relación de dependencia.

4.4. Nivel de ingreso y egreso familiar

Por medio de la investigación de campo efectuada, se establecieron los ingresos económicos de la población, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera: 71% registra ingresos en un rango de Q. 0,00 a Q. 1 500,00, un 24% en un rango de Q. 1 500,01 a Q. 2 500,00, el 3% Q. 2 500,01 a Q. 3 500,00 y solamente el 2% obtiene ingresos de Q. 3 500,01 o más.

Los ingresos económicos obtenidos por cada familia, son usados, principalmente, para la compra de víveres y pago de servicios como luz, agua y teléfono. El nivel de ahorro es bajo, debido al bajo nivel adquisitivo que se tiene.

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

5.1. Organización para la ejecución del proyecto

Se debe priorizar las funciones de planeamiento y control que, conjuntamente con la conducción y motivación del personal, constituyen los conceptos básicos del proceso de administración de proyectos.

5.1.1. Programa de ejecución

A través de un listado se presentan las actividades a realizar, para la construcción, operación y mantenimiento del relleno, parte física más extensa del proyecto.

- Gestiones preliminares
 - Toma de decisión de autoridades locales
 - Programa de educación sanitaria para la población
 - Consulta con entidades financieras

- Identificación del sitio y sus alrededores
 - Presentación de alternativas a las autoridades locales
 - Selección del sitio y negociación
 - Legalización del terreno
 - Levantamiento topográfico y preparación del plano

- Estudios y diseño
 - Presentación a las autoridades y comunidad vecina
 - Consecución de recursos para la inversión

- Preparación del terreno
 - Limpieza y desmonte
 - Preparación del suelo de soporte
 - Corte de taludes

- Construcción de la infraestructura periférica
 - Camino de acceso al terreno
 - Drenaje pluvial
 - Desvío y aislamiento de eventuales cursos de agua

- Construcción de la infraestructura del relleno
 - Caminos internos
 - Drenaje pluvial perimetral e interno
 - Drenaje de líquido lixiviado
 - Drenaje de gases

- Construcciones auxiliares
 - Encerramiento perimetral
 - Arborización perimetral
 - Caseta de control

- Valla publicitaria o cartel de presentación
- Pozos de monitoreo
- Clausura del botadero
 - Exterminio de roedores y plagas
 - Encerramiento
 - Cartel de clausura

5.1.2. Diseño organizacional

Para definir, proponer y documentar una estructura que permita una relación racional y eficiente entre los recursos disponibles.

Figura 8. Estructura organizativa



Fuente: elaboracion propia.

- El comité

La integración del comité será totalmente responsabilidad de la municipalidad, considerando su poder de convocatoria, hará la misma entre todos los sectores que integran la comunidad, principalmente porque de esta

manera, logrará involucrar a los mismos en la solución del problema, puede convocar, a personas del sector educativo, comercial, industrial, y de comités de vecinos.

Es importante sugerir que dicho comité cuente con personería jurídica, dando esto más valor, al mismo, ya que serán reconocidos legalmente y dentro de lo legal tendrán más campo de acción, para la obtención de financiamiento o de cualquier trámite relacionado al proyecto.

Asimismo, que el comité esté formado por un presidente, un secretario, un tesorero y 2 vocales, elegidos por los representantes que hayan asistido a la convocatoria; este comité promoverá la divulgación de los beneficios del proyecto.

- Área financiera

Estará integrado por representantes del comité, y su función será llevar, el control de gastos en los que se incurra con el desarrollo del proyecto. Se sugiere, que sean 2 vocales, los que lo integren, y que reporten directamente al tesorero del comité todos los gastos. No podrán efectuar ningún movimiento de dinero, sin la previa autorización del comité.

- Área técnica

Estará conformado por la Oficina Municipal de Planificación (OMP), quienes tendrán bajo su responsabilidad el monitoreo, y control del avance físico del proyecto. Esta unidad tendrá un rol trascendente, ya que de esta manera ejercerá control sobre los gastos en el proyecto, evitando que los costos se salgan de presupuesto, la OMP, reportará al comité todo avance del

proyecto, de manera que, depende de él que se hagan los pagos correspondientes.

- Subcontratistas

Los sub-contratistas serán los encargados de desarrollar la infraestructura física del proyecto, serán supervisados durante el desarrollo de la obra civil por el área técnica.

Objetivos y funciones

- Objetivos del comité:
 - Coordinará las actividades que conlleva el desarrollo de la ejecución del proyecto.
 - Monitorea el avance del desarrollo del proyecto.
 - Contacta a las empresas que desarrollaran el proyecto.
 - Involucra a todos los sectores de la sociedad.

5.1.3. Supervisión, control y evaluación de la obra física del proyecto

- Obligaciones y atribuciones de la OMP
 - Intervendrá en todos los procesos de la ejecución del proyecto
 - Autorizará los cambios que se necesiten en el desarrollo del proyecto

- Encargado de administrar el contrato, según lo estipulado en éste, desempeñará en particular, las funciones descritas a continuación.
 - Será el representante del empleador ante el contratista, durante la construcción hasta que se curse el último pago, mantiene informado al comité y consultará con éste, el comité impartirá instrucciones al contratista por intermedio de la OMP.
 - Tendrá facultades para actuar en nombre del comité sólo en la medida en que se haya previsto en los documentos del contrato y en la forma en que puedan ser enmendados por escrito de conformidad con el contrato. Los deberes, las responsabilidades y las limitaciones de las atribuciones de la OMP en su condición de representante del comité durante la construcción, según se estipula en el contrato, no se modificarán ni ampliarán sin el consentimiento por escrito del comité, la OMP y el contratista.
 - Visitará el emplazamiento de la obra con la periodicidad adecuada a cada etapa de construcción para mantenerse al tanto de la marcha de los trabajos y de la calidad de la obra, así como para determinar en general si la obra está avanzando conforme a los documentos del contrato.
 - Sobre la base de sus observaciones a pie de obra en su carácter de OMP, mantendrá informado al comité acerca de la marcha de los trabajos en la obra.

- La OMP tendrá acceso en todo momento a la obra donde quiera que ésta esté en preparación o ejecutándose, el contratista dará facilidades para acceso de manera que el ingeniero pueda desempeñar sus funciones conforme el contrato.
- Sobre la base de las observaciones de la OMP y de una evaluación de las solicitudes de pago del contratista, la OMP determinará las sumas adeudadas al contratista y emitirá certificados de pago, según proceda.
- A menos que en el contrato se disponga de otra cosa, la OMP no tendrá facultades para eximir al contratista de ninguna de las obligaciones que ha contraído con arreglo al contrato, ni para ordenar trabajo alguno que conlleve demora en la terminación de la obra o pago adicional alguno al contratista por el empleador ni para hacer modificaciones alguna de la obra.
- La OMP tendrá facultades para rechazar un trabajo que no esté en conformidad con los documentos del contrato, siempre que, a su juicio, lo estime necesario o conveniente para lograr la intención de los documentos del contrato, la OMP tendrá facultades para pedir una inspección especial o que se someta a ensayo el trabajo este elaborado, instalado, terminado o no ese trabajo. No obstante, ni las facultades de la OMP para actuar ni cualquier decisión razonable que adopte de buena fe, sea para ejercer su autoridad o no, dará origen a deber o responsabilidad

alguna de la OMP con el contratista, cualquier subcontratista, cualesquiera de sus agentes o empleados o de otras personas que presten servicios a la obra.

- Obligaciones y responsabilidades generales del contratista
 - El contratista ejecutará y completará la obra y rectificará cualesquiera defectos de ésta, en estricta concordancia con el contrato, con la debida atención y diligencia y a satisfacción de la OMP. El contratista proporcionará, con carácter provisional o permanente, toda la mano de obra, incluida su supervisión, los materiales, los elementos de construcción y todo lo demás, que se requiera para su ejecución, terminación, y rectificación de defectos, en la medida en que la necesidad de aportarlos se especifique en el contrato o quepa inferir de este. El contratista acatará las instrucciones y direcciones de la OMP sobre cualquier cuestión, mencionada o no en el contrato, que se relacione o tenga que ver con la obra.
 - Responsabilidad por las actividades en el emplazamiento de la obra. El contratista asumirá la plena responsabilidad por la idoneidad, estabilidad y seguridad de las actividades y los métodos de construcción en el emplazamiento, pero no tendrá la responsabilidad de diseñar o elaborar las características técnicas de la obra permanente ni de ninguna de las obras provisionales preparadas por la OMP, a menos que se estipule expresamente en el contrato.

- Origen de las instrucciones: el contratista no procurará ni aceptará instrucciones de otra autoridad que no sean el comité, la OMP o sus representantes autorizados en relación con la prestación de los servicios. El contratista se abstendrá de adoptar medida alguna que pueda perjudicar al comité y cumplirá sus compromisos teniendo en cuenta plenamente los intereses del comité.

- Carácter confidencial de los documentos
 - Todos los mapas, dibujos técnicos, fotografías, mosaicos, planos, informes, recomendaciones, estimaciones presupuestarias, documentos y cualesquiera otros datos compilados por el contratista o recibidos por éste con relación al contrato, serán propiedad del comité.

 - Se tratarán como documentos confidenciales y se entregarán al terminarse la obra exclusivamente al representante del comité debidamente autorizado. El contratista no podrá dar a conocer su contenido a ninguna persona que no sea al personal del contratista que preste servicios en relación con al proyecto sin el consentimiento previo por escrito del comité.

- Alteración del calendario
 - El comité notificará por escrito a la OMP cada vez que haya probabilidades de que la planificación o la marcha de la obra se demoren o se altere, a menos que la OMP en un

plazo razonable, presente un nuevo plano o imparta una nueva orden, que puede ser una dirección, instrucción o aprobación. En la notificación figurarán los pormenores del plano o de la orden requerida y las razones de por qué o para cuando hace falta y de cualquiera demora o alteración que pudiera sufrir si se retrasa.

- Libro de órdenes de trabajo
 - El comité llevará bajo su responsabilidad un libro de órdenes de trabajo de la obra con páginas numeradas y dos copias. En este libro la OMP tendrá plenos poderes y facultades para suministrar periódicamente al contratista en el curso de la obra, tantas nuevas órdenes, planos e instrucciones como sean necesarias para la ejecución debida y adecuada de la obra, el contratista los ejecutará y estará obligado a seguirlos.
 - Cada orden llevará fecha y firma de la OMP y del comité, en señal de constancia de recepción de la misma.
 - Si el contratista deseara recusar una orden inscrita en el libro de órdenes, deberá hacerlo conocer al empleador, por intermedio de la OMP, en forma escrita en el libro de órdenes, dentro de los tres (3) días siguientes a la fecha de la orden recusada. Caso contrario, se entenderá que el contratista acepta tácitamente la orden sin derecho a reclamación posterior.

- El original del libro de órdenes será entregado al comité en el momento de la entrega definitiva de la obra, quedando una copia en poder de la OMP y otra en poder del contratista.
- Garantía de cumplimiento
 - Como garantía de su ejecución debida y adecuada del proyecto, el contratista suministrara al comité a la firma del contrato una garantía de cumplimiento (caución bancaria o fianza solidaria) emitida a nombre del comité. El importe y la naturaleza de la garantía de cumplimiento serán tal como especificado en el contrato.
 - La garantía de cumplimiento debe ser emitida por una firma aseguradora o un banco acreditado. Debe tener una validez de hasta veintiocho días después de que la OMP haya emitido el certificado de terminación definitiva. La garantía de cumplimiento será irrevocable, incondicional y pagadera a la vista, y será devuelta al contratista dentro de los veintiocho días posteriores, a la emisión por la OMP del certificado de terminación definitiva, siempre y cuando el contratista haya pagado al comité toda suma adeudada en relación con el contrato.
 - Si el emisor de la fianza de cumplimiento o garantía bancaria se declarara en quiebra o insolvente, o cesaran sus derechos a realizar actividades comerciales en el país de ejecución de la obra, en un plazo de cinco (5) días a

partir de esa fecha, el contratista deberá reemplazar los documentos por una fianza o garantía de otro emisor que el comité considere aceptables.

- Programa de trabajo proporcionado por el contratista
 - Dentro del límite de tiempo especificado en el contrato, el contratista presentará a la OMP para su aprobación un programa de trabajo pormenorizado en donde se indique el orden de procedimiento y el método que propone para ejecutar la obra.
 - En la preparación de su programa de trabajo, el contratista prestará la debida atención a la prioridad que requieren ciertos trabajos.
 - En caso de que la OMP, en el curso de la obra, demande nuevas modificaciones del programa de trabajo, el contratista revisará dicho programa, además, el contratista, siempre que la OMP se lo solicite, presentará por escrito información pormenorizada sobre los arreglos que haya concertado para ejecutar la obra y sobre la planta en construcción.
 - Las obras provisionales que el contratista tenga intenciones de suministrar, utilizar o construir, según sea el caso.
 - Ni la presentación de ese programa o cualquier modificación que se le introduzca; ni la información

pormenorizada solicitada por la OMP; eximirán al contratista de ninguno de sus deberes u obligaciones contraídos.

- En virtud del contrato, tampoco la incorporación de cualesquiera modificaciones al programa de trabajo, sea al comienzo del contrato o mientras dure, dará derecho al contratista a pago adicional alguno como consecuencia de ello.

- Reunión semanal a pie de obra
 - Se celebrará una reunión semanal a pie de obra entre el representante del comité, el contratista y el representante de la OMP, a fin de verificar que la obra avanza normalmente y se ejecuta con arreglo al contrato.

- Órdenes de cambio
 - La OMP podrá ordenar al contratista, con la aprobación del comité y mediante órdenes de cambio, todas aquellas variaciones en la forma, cantidad o calidad de la obra, o de cualquier parte de la misma, que a su criterio sean necesarias.

- Inicio de la obra
 - El contratista tendrá la responsabilidad de comenzar real y apropiadamente la obra con arreglo a los elementos originales.
 - Las líneas y los niveles de referencia proporcionados por la OMP por escrito y la exactitud de la posición, los niveles, las dimensiones y la alineación de todas las partes de la obra, así como de suministrar todos los instrumentos, utensilios y la mano de obra necesarios en relación con ésta. Si en algún momento durante la ejecución de la obra apareciera o surgiera cualquier error en la posición, los niveles, las dimensiones o la alineación de cualquiera de las partes de la obra, el contratista, tan pronto se lo pida la OMP rectificará a sus expensas dicho error o satisfacción de la OMP.

- Vigilancia y alumbrado
 - El contratista suministrará y mantendrá por su cuenta en relación con la obra todo el alumbrado, la protección, el cercado y la vigilancia cuando y donde sea necesario o lo requiera la OMP o cualquier autoridad debidamente constituida para la protección de la obra, así como de los materiales y el equipo utilizado en esta o para la seguridad y conveniencia del público en general.

- Cuidado de la obra
 - Desde la fecha de comienzo de la obra hasta la fecha de su terminación, en la parte sustancial como se indica en el certificado de terminación de la parte sustancial, el contratista asumirá plena responsabilidad por el cuidado de la obra y de todas las obras provisionales.
 - En caso de que la obra o cualquier parte de ésta o cualquiera de las obras provisionales sufriera daño, pérdida o perjuicio alguno (a menos que obedezca a fuerza mayor como se define en el convenio y exceptuado ese caso), el contratista hará las reparaciones y pondrá la obra en buenas condiciones pro su propia cuenta de manera que, al darse por terminada la obra se entregue como está establecido y en buenas condiciones y de conformidad con todos los requisitos del contrato y las instrucciones de la OMP. El contratista asumirá también la responsabilidad por cualesquiera daños que ocasione a la obra durante cualquier operación que realice a los efectos de cumplir con las obligaciones contraídas.
 - El contratista asumirá plena responsabilidad por la revisión del diseño de la OMP y los detalles de la obra e informará al comité y la OMP cualesquiera errores o incorrecciones del diseño y los detalles que pudieran afectar la obra.

- Interferencia con el tránsito y las propiedades vecinas
 - Todas las operaciones necesarias para la ejecución de la obra o para la construcción de cualesquiera obras provisionales se llevarán a cabo, hasta donde lo permita el cumplimiento con los requisitos del contrato, de manera tal que no interfieran innecesaria o indebidamente con la conveniencia pública, o el acceso a las vías o senderos públicos o privados o de propiedades, su utilización u ocupación, ya sea que pertenezcan al comité o a cualquier otra persona.
 - El comité mantendrá a salvo e indemnizará al empleador con respecto a toda reclamación, demanda, actuación, daño, costos, cargos y gastos cualesquiera que se deriven de tales asuntos o guarden relación con éstos en la medida en que el contratista sea responsable de ellos.
- Limpieza de la obra
 - Mientras se ejecute la obra, el contratista mantendrá el emplazamiento de la obra convenientemente libre de toda obstrucción innecesaria y almacenará o evacuará cualquier elemento de construcción o material sobrante, y además despejará y trasladará del emplazamiento de la obra cualquier escombro, basura u obra provisional que no necesite más.

- Materiales, ejecución y ensayos
 - Todos los materiales y la ejecución se ajustarán a los tipos respectivos descritos en el contrato y de conformidad con las instrucciones de la OMP y serán objeto periódicamente de ensayos que la OMP dirija en el lugar de manufactura o fabricación, o a pie de obra o en cualquiera de esos lugares.
 - El contratista prestará la asistencia y suministrará los instrumentos, las máquinas, la mano de obra y los materiales que se requieran normalmente para examinar, medir y ensayar cualquier trabajo y la calidad, el peso o la cantidad de cualesquiera materiales utilizados, y se entregará tantas muestras de materiales como seleccione y solicite la OMP, antes de utilizarlos en la obra, para que sean sometidos a prueba.
 - No se podrá utilizar para la obra ningún material que no se ajuste a las características técnicas especificadas en el contrato sin la aprobación previa por escrito del comité y la instrucción de la OMP.
- Acceso al emplazamiento de la obra
 - El comité y/o la OMP y cualquier persona autorizada por cualquiera de ellos tendrán acceso en todo momento a la obra y al lugar de construcción y a todo talle o lugar donde se preparen trabajos o de donde se obtengan materiales,

artículos manufacturados o maquinaria para la obra. El contratista dará todas las facilidades y prestara toda la asistencia necesaria para dar u obtener ese derecho de acceso.

- Inspección de los trabajos antes de quedar ocultos a la vista
 - Ningún trabajo se cubrirá por completo o quedará oculto a la vista sin la aprobación de la OMP.
 - El contratista brindará a la OMP todas las oportunidades para que examine y mida cualquier trabajo que esté a punto de quedar cubierto por completo o de quedar oculto a la vista. El contratista notificará debidamente a la OMP cada vez que uno de esos trabajos esté listo o casi listo para su inspección. La OMP se personará en un plazo razonable para inspeccionar o medir el trabajo.
- Remoción de trabajo mal hecho y materiales inadecuados
- Facultades de la OMP para ordenar el traslado

Mientras se realice la obra, la OMP tendrá facultades para ordenar por escrito periódicamente las operaciones siguientes que el contratista ejecutará por su cuenta y riesgo:

- La remoción, dentro del plazo que se especifique en la orden y cuantas veces lo ordene, de cualquier material que a juicio de la OMP no se ajuste a los términos del contrato

- La sustitución con materiales apropiados e idóneos
- La remoción y nueva ejecución apropiada (no obstante las pruebas que se hayan hecho anteriormente o el pago provisional correspondiente) de cualquier trabajo u obra que, a juicio de la OMP, no se ajuste al contrato en lo que respecta a materiales o calidad e la mano de obra.
- Incumplimiento por el contratista de las instrucciones de la OMP

En caso de que el contratista no cumpla una instrucción de la OMP, el comité tendrá derecho a emplear o pagar a otras personas para que ejecuten esa instrucción y todos los gastos en que se incurra o que se deriven de ello serán sufragados por el contratista o podrán ser reducidos por el comité de cualesquiera sumas adeudadas o que se puedan adeudar al contratista.

- Ritmo de ejecución de los trabajos
 - Todos los materiales, la instalación y la mano de obra que proporcione el contratista, así como la modalidad, el método y la rapidez de ejecución y terminación de la obra deberán tener la total aprobación de la OMP. Si ésta considerara en cualquier momento que el ritmo de ejecución de la obra o de parte de ella es demasiado lento para asegurar la terminación total de la obra en la fecha prevista o en la fecha de prórroga para su terminación total.
 - La OMP notificará al contratista por escrito y el contratista adaptara de inmediato las medidas que considere necesarias, y

que la OMP apruebe, para acelerar la obra, de manera que quede terminada totalmente en la fecha prevista o en la fecha de la prórroga para su terminación total.

- En caso de que la obra no se estuviera ejecutando de día y de noche y el contratista solicitara permiso para trabajar, tanto de noche como de día, si la OMP otorga el permiso, el contratista no podrá reclamar ningún pago adicional.
 - Todo trabajo nocturno se llevará a cabo sin ruidos innecesarios y sin causar molestias. El contratista indemnizará al comité pro y contra cualquier reclamación o responsabilidad por daños ocasionados por el ruido o cualquier molestia ocasionada mientras se trabaja, como también por y contra cualesquiera reclamaciones, demandas, procesos, costos y gasto en relación con esos ruidos o molestias de otra índole.
 - El contratista presentará a la OMP al finalizar cada mes, copias por triplicado de los planos explicativo o cualquier otro material que muestre el progreso de la obra.
- Medición de la obra
 - La OMP, cuando requiera la medición de alguna parte o algunas de las partes de la obra, notificará al contratista o al agente o representante autorizado de éste, quien se personará de inmediato, o enviará a un agente calificado que preste asistencia a la OMP en la medición y proporcionará todos los detalles que cualquiera de ellos necesite.

- En el caso de que el contratista no acudiera u olvidara enviar ese agente o dejara de hacerlo, se considerará que la medición efectuada por la OMP o aprobada por éste, es la medida correcta del trabajo.
- La finalidad de la medición es cerciorarse de la cantidad de trabajo ejecutado por el contratista y, por consiguiente, determinar el valor de los pagos mensuales. La finalidad de la medición no es determinar las diferencias entre las cantidades ejecutadas realmente y las cantidades indicadas en la estimación cuantitativa.
- Reparaciones urgentes
 - Si debido a accidente o falla u otra eventualidad que ocurriera en la obra o parte de ella o en relación con ella, ya sea durante la ejecución de la obra o en el periodo de responsabilidad por defectos, hubiera que realizar algún trabajo de rectificaron o reparación urgente y necesario a juicio de la OMP por razones de seguridad y el contratista no pudiera o no estuviera dispuesto de inmediato a realizar ese trabajo o esa reparación, el comité podrá realizar los trabajos o la reparación que la OMP considere necesarios con sus trabajadores u otros trabajadores.
 - Si los trabajos o la reparación realizados por el comité son obras que, a juicio de la OMP el contratista tenía la responsabilidad de realizar por su propia cuenta con arreglo al contrato, todos los gastos y cargos debidamente incurridos por el comité.

- Al realizarlos serán pagaderos por el contratista al comité, previa solicitud o podrá deducirlos el comité de cualquier suma adeudada o que pudiera adeudarse al contratista.
 - A condición de la OMP notificar por escrito al contratista tan pronto como sea viable después de que ocurra una situación de urgencia de esa índole, aumento o disminución de los costos: a menos que en el contrato se disponga otra cosa, no se harán ajustes del precio del contrato respecto de las fluctuaciones del mercado.
 - Los precios de la mano de obra, los materiales, los elementos de construcción o el equipo ni debido a la fluctuación de los tipos de interés o a la devaluación o a cualquier otro asunto que afecte a la obra.
- Maquinaria
 - El contratista será responsable de coordinar la fabricación, entrega, instalación y puesta en servicio de la maquinaria y el equipo de la planta que formen parte de la obra. Colocará todos los pedidos necesarios tan pronto sea posible después de la firma del contrato. Esos pedidos y su aceptación se presentaran a la OMP cuando este lo solicite. El contratista tendrá asimismo, la responsabilidad de velar por que todos los subcontratistas cumplan esos programas como se ha convenido y sea necesaria para terminar la obra en el período de terminación previsto.

- Registros, cuentas, información y comprobación de cuentas
 - El contratista mantendrá registros exactos y sistemáticos de los trabajos que ejecute en relación con el proyecto.
 - El contratista suministrará, compilará o pondrá a disposición del comité en todo momento cualquier registro o información, oral o escrita, que el comité considere conveniente solicitar en relación con la obra o la ejecución de la obra por el contratista.
 - El contratista permitirá que el comité o sus agentes autorizados inspeccione y verifiquen esos registros o esa información previo aviso con suficiente antelación.

5.2. Organización para la recolección, administración y mantenimiento del sistema

Con el proyecto en marcha, surge la necesidad de contar con una estructura administrativa.

Figura 9. **Organigrama de la obra**



Fuente: elaboración propia.

Una vez, la infraestructura física del proyecto esté definida, y sea entregada a la municipalidad para su funcionamiento la siguiente fase será administrar el sistema, para lo cual consideramos establecer 2 alternativas:

- La municipalidad sea la encargada de administrar todo el sistema
- Ceder la prestación del servicio a una empresa privada

Estas consideraciones son importantes, ya que por una decisión adecuada de la alternativa, pueden existir ingresos extras para la municipalidad conociendo y manejando adecuadamente la recolección de la basura.

El sistema no puede ser gratuito, ya que los costos en los que se incurre debido a su funcionamiento, son altos y es necesario que el mismo, aunque se trate de un proyecto social, sea autofinanciable en un buen porcentaje.

- Administración del sistema de recolección de basura

El volumen de trabajo asignado a esta oficina se refiere al proceso de administración, ya que el proceso técnico, lo dará la OMP, dicha unidad, será responsable de dar seguimiento al proceso de acondicionamiento de la basura, las medidas correctivas que se puedan dar en el proceso.

- Objetivos de la administración:

- Administrar el servicio de extracción de basura
- Controlar el flujo de efectivo del proyecto
- Darle seguimiento al proceso de la recolección de la basura
- Velar por el mantenimiento adecuado de los vehículos y maquinaria

- Funciones:

- Dirige el proceso de recolección de la basura
- Administra los bienes y servicios del servicio de recolección de basura
- Controla el mantenimiento de la maquinaria.

- Contrata al personal que trabaja en la oficina del servicio municipal de extracción de la basura.

Los puestos y características de las personas que intervendrán en este proceso serán las siguientes:

- Administración
 - El Administrador
 - Cumplirá las funciones de planificar, administrar, coordinar y controlar, el proceso de recolección y acondicionamiento de la basura.
 - Será el encargado de llevar los registros contables del presupuesto, y reportarlos a la OMP, contará con un presupuesto para el funcionamiento del departamento, tanto lo que se refiere a material de oficina como también a la maquinaria y el personal.
 - Reportará y solicitará, trámite a los cheques de pago, en cuanto al personal, mantenimiento de la maquinaria, el alquiler de la sede, papelería y otros gastos propios de su función.
 - No podrá autorizar pagos con cantidades mayores de Q. 1 000,00 en caso de requerirse un pago mayor, solicitará él trámite de pago.

- También tendrá la facultad de contratar personal o rescindir del mismo.
- Se estima un gasto anual por concepto de salario incluyendo prestaciones e indemnización igual a Q. 49 000,00.
- Departamento de recolección
 - Chofer de camión recolector:
 - Deberá recibir instrucción en cuanto al trato con las personas que serán los clientes del sistema de recolección de los desechos.
 - Es importante que sea una persona mayor de 30 años y que posea licencia de conducir tipo A, también deberá de tener conocimientos básicos de mecánica en general.
 - Además de manejar el camión recolector, será el responsable de coordinar la actividad de los recolectores de basura.
 - Se estima un gasto anual por concepto de salario incluyendo prestaciones e indemnización igual a Q. 42 000,00.

- Recolectores
 - Al igual el chofer recibirá capacitación en cuanto al trato con las personas, (los clientes). Su función, será la de recolectar la basura directamente del cliente al camión recolector, además de acondicionarla adecuadamente en el camión, para evitar que se caiga durante el recorrido hasta su disposición final.
 - Se estima un gasto anual por concepto de salario incluyendo prestaciones e indemnización igual a Q. 30 800,00. Se considera necesaria la contratación de 4 personas fijas, para el servicio de extracción de la basura, y se presupuestó el salario de 2 personas más para la épocas de mayor producción de basura (feria del municipio, Navidad, Año Nuevo, vacaciones, Semana Santa, etc.) lo cual constituye la cantidad necesaria de acuerdo al volumen de basura que se maneja.
- Acondicionadores
 - Brindar seguridad en cuanto a protección de la maquinaria que se utilizará en el basurero, tanto de día como de noche.
 - Asistir al operador de la maquinaria, en el proceso de acondicionamiento de la basura.

Es necesario contratar 4 personas, para el servicio de acondicionamiento de la basura, lo cual constituye la cantidad justa, de acuerdo al volumen que se

manejará. Se estima un gasto anual por concepto de salario incluyendo prestaciones e indemnización igual a Q. 30 800,00, por cada uno de los operarios. Periodicidad del servicio: cinco veces a la semana.

El pago lo hacen efectivo directamente al chofer del camión recolector, el cual extenderá directamente los recibos a los usuarios, del servicio y éste lo transferirá directamente al administrador o con un sistema de pago periódico en la oficina municipal, en donde al hacer efectivo el pago del servicio por un periodo de tiempo determinado, se extenderá una calcomanía o distintivo para colocar al frente de la vivienda, a modo de señalización para el conductor del camión, el cual debe tener un mapa señalado y actualizado de viviendas.

Es importante que el administrador verifique eventualmente los ingresos y los compare con los documentos o recibos de cada cobro.

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Ubicación y descripción general de la actividad proyectada

La ubicación y descripción de lo proyectado se definió y explicó previamente dentro del capítulo 2.

6.2. Descripción del proceso

El proyecto que se desarrollará consiste en el manejo, tratamiento y disposición de desechos sólidos. Actualmente se cuenta con un mínimo o con ningún tipo de infraestructura física y/o administrativa para desarrollar el mismo. Las diferentes fases que se necesitan para implementar el proyecto son:

6.2.1. Construcción

- Movimiento de tierras: preparación del terreno para la disposición de los desechos sólidos, en este renglón, también se adecuará la topografía del terreno para tener acceso al mismo.
- Necesidades del suelo: para la propia estructura, acopio de materiales, funcionamiento de las plantas de tratamiento y montaje.
- Construcción de edificios auxiliares: bodegas, guardianías.

- Vías de acceso, cerco perimetral: comunicar el terreno con las vías existentes, y proteger las instalaciones por medio del muro perimetral, este será del tipo prefabricado.

6.2.2. Operación

- Vertido: los desechos sólidos serán colocados en el terreno, para la implementación de la clasificación de los desechos, se hará una separación en orgánicos e inorgánicos, paso previo a su disposición.
- Disposición: distribuir los desechos en el área disponible. Esta disposición deberá de realizarse de manera que su distribución sea uniforme, en toda la superficie del terreno evitando con ello desperdicio de espacio.
- Recubrimiento de tierras: cada nueva celda construida con material de desecho será cubierta con tierra, distribuida uniformemente sobre dicho material y terminando el proceso con la compactación.

6.2.3. Abandono

- Levantamiento de las instalaciones: retiro de las instalaciones auxiliares, guardianía y bodegas.
- Reacondicionamiento del terreno: se nivelará el terreno, para poder reutilizar esta área en lo que la municipalidad considere conveniente.

- Cerrado de vertederos: al reacondicionar los terrenos se cerrarán definitivamente esta área y no se permitirá tirar sobre el ningún tipo de desechos.

6.3. Control ambiental

Estrategias con las cuales se organizan las actividades que afectan al medio ambiente.

6.3.1. Residuos y/o contaminantes que serán generados

Por las características del proyecto se eliminará todo residuo resultante del proceso de manejo, tratamiento y disposición de los desechos sólidos. La base del proyecto es la eliminación de contaminantes, para lo cual se espera que durante su realización no se produzcan.

6.3.2. Emisiones a la atmósfera

Resultarán de los procesos de combustión de motores que hacen funcionar la maquinaria utilizada en el lugar de disposición y de los vehículos que transportarán la basura.

6.3.3. Descarga de aguas residuales

No se necesita hacer uso del agua para desarrollar el proceso, en consecuencia no existen aguas residuales.

6.3.4. Desechos sólidos

El proyecto da tratamiento a los desechos sólidos.

6.3.5. Ruidos

Generara ruido por medio de la maquinaria que distribuye uniformemente los desechos en el terreno, así como la que transporta los mismos.

6.3.6. Contaminación visual

En la fase de operación se tendrán altos niveles de contaminación visual, la cual se espera minimizar en la fase de cierre del proyecto. Ya que se entregará un terreno adecuado a su entorno en el que la municipalidad hará los usos que considere conveniente.

6.4. Plan de mitigación

Medidas y obras a implementar antes de la ocurrencia de un desastre, con el fin de disminuir el impacto sobre los componentes de los sistemas.

6.4.1. Identificación de impactos y medidas de mitigación

Hubo identificación de los posibles impactos, se procedió a su valoración utilizando como criterios, si se considera como negativo o positivo para proceder con las medidas de mitigación.

6.4.1.1. Identificación de impactos

Identificación de las acciones del proyecto susceptibles de producir impacto y de los elementos del entorno susceptibles de ser impactados.

6.4.1.1.1. Impactos positivos

- Incorporación de un sistema de tratamientos de residuos sólidos mejorando las condiciones sanitarias de la población.
- Se eliminan los botaderos actuales los que son fuente de contaminación.
- Mejoramiento significativo de la calidad ambiental al contar con lugares para la disposición.
- Para la población mejoras en la salud y generación de más empleo.
- Creación de una conciencia social e institucional sobre los efectos ambientales negativos derivados de la ausencia de tratamientos de residuos sólidos.

6.4.1.1.2. Impactos negativos

- Emisiones a la atmósfera por la operación de maquinaria y vehículos de transporte de residuos.
- Generación de polvo en las distintas fases del proyecto.

- Emisión de olores desagradables originados por los procesos de descomposición orgánica natural, gases y compuestos volátiles originados de los sistemas de conducción de lixiviados.
- Contaminación del suelo por filtraciones de lixiviados, pérdida de estabilidad del suelo provocando fracturas en el subsuelo y alteración de la permeabilidad natural del suelo.
- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas por un inadecuado sistema de lixiviación, provocando alteración del drenaje natural de aguas de lluvia, afectará la flora y la fauna.
- Reproducción y alimentación de vectores de enfermedades infectocontagiosas.
- Alteración del paisaje.

6.4.1.2. Medidas de mitigación

- Al finalizar las actividades de construcción se deberá arborizar, sembrar césped y crear áreas verdes para minimizar el impacto visual y no alterar el paisaje.
- Es conveniente tanto como el rendimiento económico del proyecto y protección del medio ambiente, utilizar únicamente maquinaria que satisfaga, no solo requisitos deficiencia, sino que sus sistemas mecánicos estén en perfecto estado de funcionamiento.

- Deberá dotarse al personal que trabaje en la extracción del suelo con mascarillas para evitar el brote de enfermedades respiratorias, darle mantenimiento a la maquinaria y vehículos.
- Es necesario construir un muro perimetral que impida la formación de vertedero abierto y el exceso de vectores de enfermedades, se recomienda arborizar en toda la periferia del muro, para tener una barrera natural contra el polvo ruido y gases tóxicos emanados por la descomposición de la basura.
- La flotilla de vehículos de acarreo deberá cumplir con las normas mínimas de seguridad.
- Proporcionar aislamiento a las áreas de descarga, así como ventilación y filtración del aire.
- Es necesario el monitoreo y control permanente del relleno sanitario o vertedero controlado.
- Colocar un adecuado sistema de impermeabilización que impida la filtración de lixiviados al suelo. De preferencia se deben colocar geotextiles o geomembranas para impermeabilizar el suelo.
- Incorporar un plan de control de plagas.
- Construcción y adecuación de sistemas de drenaje para la intersección y desvío del escurrimiento de agua de lluvia, evitando así la contaminación de fuentes de agua por el arrastre de sólidos y lixiviados provenientes del relleno sanitario o del vertedero controlado.

- Realizar un programa de concienciación social y de educación.
- Las medidas de mitigación propuestas deberán de ser implantadas por la entidad ejecutora del proyecto y por la Municipalidad de San Raymundo.

6.4.2. Programa de monitoreo ambiental

- Mantenimiento del muro perimetral: revisión del muro cada seis meses para controlar su estado físico.
- Supervisión del procedimiento de impermeabilización de cada celda, por parte de un ingeniero civil.
- Supervisar que la laguna de evaporación, la conducción y evacuación de los lixiviados estén cumpliendo con su objetivo realizando un programa de control de cada tres meses.
- Supervisar que se cumpla un plan de mantenimiento preventivo, para que todos los vehículos que se utilizan en la recolección de basura y los que se utilizan en el vertedero.
- El Monitoreo de lixiviados es un indicativo del proceso de estabilización de los residuos confinados en el sitio, determina el nivel de contaminación sobre los elementos agua y aire, debidas a emanaciones tóxicas generadas por los mismos, las muestras se extraen directamente de la fosa séptica antes de pasar por el pozo de absorción, los parámetros a determinar, la frecuencia de muestreo así como los equipos a emplear se indican a continuación

- Los reportes de laboratorio deben incluir: Interpretación de resultados en términos de degradación de residuos.

- Monitoreo del acuífero: tiene como objetivo fundamental conocer la calidad del agua subterránea aguas arriba y aguas debajo del relleno, con los parámetros conocidos en estos dos puntos se realiza una comparación entre ambos, debiendo ser similares sus caracterizaciones, lo contrario sería un indicativo de filtraciones o escorrentías provenientes de los lixiviados, que están provocando contaminación del manto subterráneo de agua.
 - La ubicación de los pozos de monitoreo del acuífero es:
 - Aguas arriba
 - Aguas abajo

 - Si se determina una diferencia entre las caracterizaciones de los dos puntos, se recomienda efectuar un muestreo adicional para confirmar los primeros resultados y con base a ellos determinar las acciones a seguir.

 - Se propone que estos análisis sean efectuados a través del laboratorio del INFOM, para que esta exonere a la municipalidad del costo de los mismos, o sea cobrando el valor del costo únicamente.

- Monitoreo de partículas aerotransportables
 - Son ocasionadas por el viento, la circulación de los vehículos, la operación de la maquinaria, existen tres clases de partículas de interés para el monitoreo dentro del relleno sanitario, que son:
 - Partículas suspendidas totales (PST)
 - Partículas fracción respirable (PM-10)
 - Partículas viables (aerobiológicas)
 - Los puntos en los que se realiza el muestreo de estas partículas son:
 - En el frente de vertido
 - Oficinas
- Monitoreo de ruido
 - Este parámetro es indicativo de las condiciones de trabajo prevalecientes en el sitio, por lo que los lugares en los que se monitorea son:
 - Frente de vertido
 - Oficinas
 - Almacén
 - En el relleno sanitario o vertedero controlado este parámetro se monitorea por personal de OMP utilizando un decibelímetro y basándose en los valores establecidos en los niveles permisibles por el MARN.

6.4.3. Programa de contingencia y prevención de accidentes

Es necesario contar con botiquín de primeros auxilios en caso de accidentes en el trabajo, ubicado dentro de las instalaciones administrativas. Protección de los trabajadores de acuerdo a la legislación vigente, principalmente en lo que respecta al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). Dotar de equipo de protección (mascarillas, guantes, botas de hule), a los trabajadores del proyecto.

Dotar de extinguidores a la oficina de administración del relleno y adiestrar a una persona responsable. Construir un depósito de 4 m de largo, por 3 m de ancho y 2 m de alto para almacenar y contener el agua suficiente para cubrir los servicios que demanda el relleno, dentro de ellos conatos de incendio.

Las vías de salida del proyecto deben mantenerse despejadas, y el personal de garita deberá familiarizarse con un plan de respuesta a emergencias.

En la garita del proyecto se deberá tener en un lugar visible los contactos de emergencia (nombre y número telefónico).

6.4.4. Plan de manejo y disposición final de desechos en las fases de desarrollo

- Fase de limpieza y preparación del terreno

Los árboles que se tengan que botar, se desramarán y las trozas serán convertidas en tablas para formaleta de trabajos de obra civil y las ramas grandes se convertirán en leña.

La maleza resultante del movimiento de la capa vegetal, será incinerada y los residuos se almacenarán y cuando el proyecto esté en funcionamiento, se descargarán en el vertedero.

- Fase de construcción

Toda la tierra producto del movimiento de adecuación del vertedero, la parte que no se vaya a usar para recubrimiento, será botada en un lugar autorizado para botadero de ripio. Asimismo, se ubicarán letrinas portátiles, las cuales estarán debidamente ubicadas para ser utilizadas por los trabajadores.

Asimismo, se colocarán toneles para disposición de basura, la cual se incinerará en el mismo.

- Fase de operación

Todo el edificio administrativo contará con instalaciones hidrosanitarias conectadas a un sistema de tratamiento mediante fosa séptica y pozo de absorción.

En cuanto al manejo de lixiviados en el vertedero, ya tienen su sistema de tratamiento en el mismo vertedero.

- Fase de retiro

Uso del suelo al término de la vida útil, esta área se habilitará para un centro recreacional con áreas verdes, y las instalaciones existentes se seguirán utilizando para la administración de dicho centro. (Se sugiere un área reforestada con recorrido para bicicletas, y una cancha de básquetbol o parque

infantil, no podrá construirse ningún tipo de edificio formal, como pudiera ser casa de habitación, camino de tránsito pesado o edificios.

Esto se debe a que los residuos poseen una limitada capacidad de carga al presentar asentamiento diferenciales, que puedan colapsar o afectar cualquier construcción, por lo que se debe considerarse la construcción de estructuras ligeras.

CONCLUSIONES

1. Según datos obtenidos con el estudio de campo y proporcionados por la Municipalidad de San Raymundo, únicamente un 45% de la población utiliza el tren de aseso con que se cuenta actualmente, un 28% se deshace de sus desechos tirándola en terrenos y lugares no autorizados, el 19% la quema, el 4% la entierra y el resto utiliza métodos de reciclaje. Se hace determinante la implementación de un sistema integrado de manejo de desechos con la participación de toda la población.
2. Los principales focos de desechos en la cabecera municipal son: el mercado municipal, el área comercial circundante al mercado, incluyendo locales comerciales, la escuela pública, el parque municipal y el área de parque de buses de transporte público, taxis y moto-taxis.
El perímetro total del área es de 1.02 kilómetros, con un área comprendida de 0.13 kilómetros².
3. Por medio de mediciones directas en la muestra seleccionada y estudios de campo, se determino que en la actualidad se generan 0,5 kilogramos de basura diariamente por persona, según estimación actualmente existen 9668 personas en el casco urbano, lo cual resulta en 5 toneladas de basura diaria, lo que hace un estimado de 1906 toneladas en el año.

4. Con la segmentación de sectores y muestreo del tipo de desechos característicos de cada sector, se determinó que en total para los sectores vivienda, comercio y de servicios, en un 62% los desechos son de origen orgánico y un 38% son materiales inorgánicos en un alto porcentaje plástico y papel.

5. Tomando en consideración las proyecciones poblacionales, la cantidad de desechos generados, las características del terreno en el municipio y la viabilidad de realización, el método propuesto para la disposición final es el relleno sanitario o vertedero controlado, con un programa integral de recolección y transporte de residuos hacia el lugar indicado.

RECOMENDACIONES

1. Implementar métodos para persuadir a la población que la mejor alternativa para reducir el volumen de residuos sólidos es prevenir o disminuir su generación utilizando la menor cantidad de papel y plásticos. Cuando es inevitable se debe fomentar el uso de materiales biodegradables como empaques de artículos.
2. Es necesario implementar programas de educación ambiental en hogares, centros laborales y escolares. Éstos tendrán como eje central difundir el conocimiento sobre las consecuencias negativas que tienen la falta de una disposición final adecuada de los residuos sólidos, además de informar sobre aspectos generales en torno a los aspectos del cuidado del medio ambiente.
3. Para implementar el cobro formal del servicio de recolección de basura, sin causar molestia dentro de la población se debe informar con anticipación, sobre todo lo referente al proyecto, además de una posible inclusión de la tarifa mensual dentro de los cobros de servicios básicos municipales, haciendo énfasis en los beneficios que el proyecto ocasionara en el nivel de vida.
4. Actualmente, varias familias sustentan parte o la totalidad de sus ingresos con la venta de materiales extraídos entre la basura. Sin embargo es necesario estimular su organización para lograr colectivamente mejores beneficios económicos. Esto permitiría eliminar los intermediarios

5. Se debe garantizar la existencia de un mercado consumidor para los materiales extraídos de la basura, pues ningún sistema de recuperación de residuos tendrá éxito sin una venta segura de sus productos, ya sea por un intermediador o informando a la población como dirigirse directamente hacia lugares en donde puedan comercializar los desechos específicos.

6. Se debe promover la elaboración masiva de compost, debido a que un mayor porcentaje de los residuos están constituidos por material orgánico, este a su vez puede ser utilizado para el uso propio de la población o bien comercializado.

BIBLIOGRAFÍA

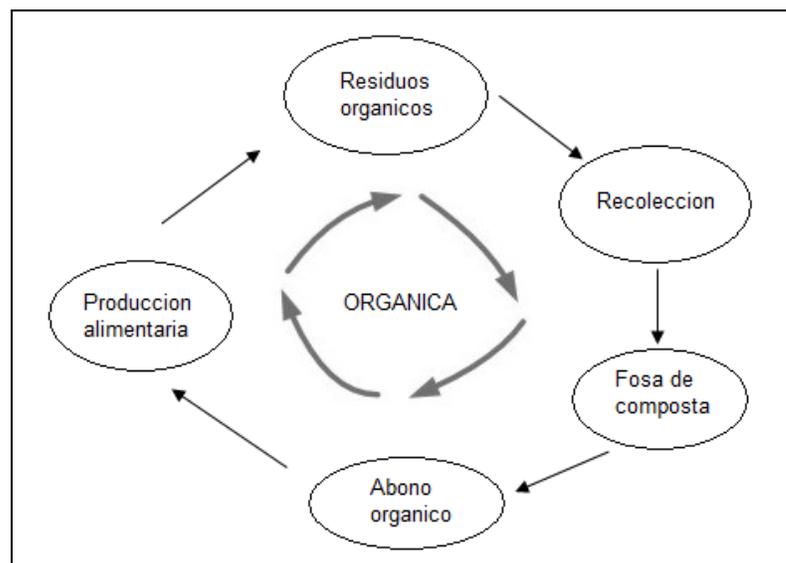
1. CÁRCAMO HICHOS, Maynor Estuardo. *Estudio de factibilidad para el manejo, disposición y tratamiento de los desechos sólidos, para el municipio de Usumatlan, departamento de Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 121 p.
2. GARCÍA SANTANA, Erik Leonel. *Manejo integral de los desechos sólidos y diseño del centro de recuperación de materiales y relleno sanitario de la Antigua Guatemala, Jocotenango, Ciudad Vieja y San Juan Alotenango*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001. 204 p.
3. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambientales; Universidad Rafael Landívar; Instituto de Incidencia Ambiental. *Perfil ambiental de Guatemala 2008-2009*. Guatemala: IARNA; URL; IIA; 2009. 319 p.
4. Instituto Nacional de Estadística. *XI censo de población y VI de habitación*. Guatemala: INE, 2002. 271 p.

5. LEIVA SOLÍS, Juan Gerardo. *Estudio de factibilidad para una planta de tratamiento integral de residuos sólidos, ubicada en Bárcenas, Villa Nueva, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 104 p.
6. McDOUGALL, Forbes; et al. *Gestión Integral de residuos sólidos: inventario de ciclo de vida*. Caracas: Blackwell Science Caracas, 2004. 513 p.
7. Programa Ambiental Regional para Centroamérica. *Guía para la gestión de residuos sólidos municipales*. Guatemala: PROARCA, 2001. 74 p.
8. VARGAS MANTILLA, Jorge Enrique, *Proyecto cuenta con ambiente, primer informe sobre residuos sólidos domiciliarios*. Guatemala: MARN; URL; 2007. 55 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Residuos Orgánicos

Los residuos orgánicos pasan directamente a una planta de fabricación de composta, para posteriormente integrarlos como abono del huerto o de las plantas de ornato, de lo contrario se puede comercializar. Así la producción de basura no rompe el ciclo ecológico, si no que se integra y como resultado nos da plantas de ornato o incluso alimento.

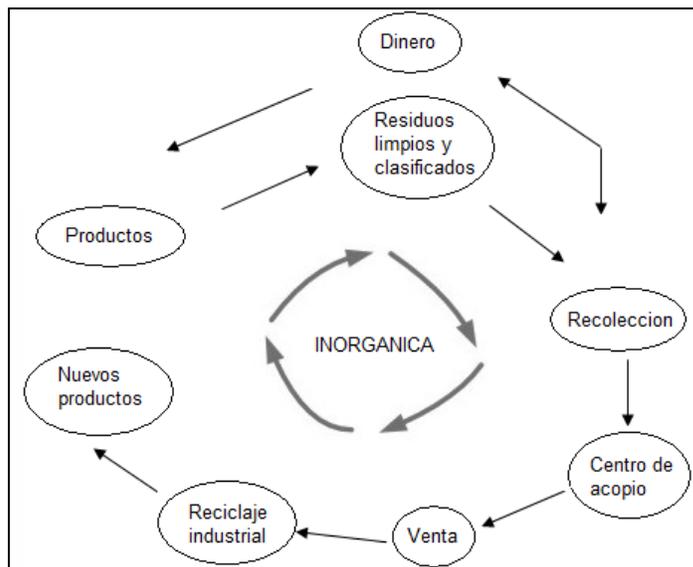


Fuente: elaboración propia

Apéndice 2. Residuos Inorgánicos

Los residuos inorgánicos utilizables son llevados primero al centro de acopio, donde acuden los transportadores de industrias que los utilizan como materia prima para la elaboración de nuevos productos. Así el centro de acopio se convierte en un eslabón entre los productores de basura y los elaboradores de nuevos productos.

Continuación Anexo 1.



Fuente: elaboración propia

La separación de la basura se puede llevar de forma exitosa desde los hogares integrando contenedores para clasificar la basura dentro de la cocina en la sala o en el patio de las casa, cuidando que estos no se mojen o maltraten para que puedan tener valor al reciclarlos.

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de los residuos

La clasificación de los residuos sólidos se lleva a cabo de acuerdo a su valor potencial de reciclaje, ya que, lo que se quiere es darle un máximo valor de tal forma, que se requiere separarlos desde su generación, para que al mezclarse no se ensucien o contaminen. La separación se llevará a cabo como se muestra en el siguiente cuadro:

RESIDUOS SÓLIDOS	
Residuos Orgánicos	
Desperdicios de cocina	Cajas de madera de transporte de frutas y vegetales
Desechos del jardín	Retazos de madera de primera, segunda y tercera
Ceniz	Muebles rotos (mesas, sillas)
Carbon	Palos de paleta
Piedra, tejas	Utensilios de escritorio (lapices, colores)
Estiércol de ganado y aves	Algodón
Papel sanitario y relleno de pañal desechable (se depositan en apartado diferente)	
Residuos inorgánicos (reciclables)	
<i>METALES</i>	
Alambre	Piezas de automóvil
Alambre de puas	Piezas de caña
Armazones de bicicletas	Piezas de jardinería
Armazones de instrumentos	Polvos de esmeril
Armazones de muebles	Resortes
Armazones de otros	Tambores y envases de lámina
Armazones de sillas	Tapas de botes (mermelada, mayonesa)
Bandas de esmeril	Tapas de refrescos y cervezas
Cadenas	Tela de gallinero
Clavos	Tornillos
Cortinas metálicas	Tubos de acero
Chatarra	Tubos de cobre
Fierro viejo	Tubos de plomería
Herramienta	Tubos foto
Herrería (puertas, ventanas, etc.)	Tubos galvanizados
Lamparas	Tuercas
Latas	Utensilios domésticos
Máquinas descompuestas	Válvulas
Ollas rotas u oxidadas	Pernos
Papel de focos	

Continuación del anexo 1.

<i>PÁPELES</i>	
Carton	Envolturas
Cartón gris	Libros
Cartoncillo	Papel fotográfico
Claros	Papeles especiales (albanene, craft, etc.)
Con demasiada tinta	Periódicos
Cuadernos	Pulpa de papel
De color	Revistas
Desechos de papel	Tetrapak
<i>VIDRIO</i>	
Claros, oscuros, especiales, no reutilizables	Botellas rotas claras (refresco)
Botellas completas claras (refresco)	Botellas rotas oscuras (refresco)
Botellas completas oscuras (refresco)	Espejos
Botellas no retornables oscuras completas (cerveza)	Fibras de vidrio
Botellas no retornables oscuras incompletas (cerveza)	Focos
Botellas retornables oscuras completas (cerveza)	Lentes
Botellas retornables oscuras incompletas (cerveza)	Pantallas de televisión
Vidrio redondo	Platos
Vidrio estandar (normal plano)	Refractarios
	Vasos
	Vidrio automotriz
	Vidrio oscuro (normal plano)
<i>PLÁSTICOS</i>	
Poliestireno, plásticos blándos y duros	Cubetas
Armazones de instrumentos domésticos	Envolturas y empaques fotográficos
Armazones de radios y grabadoras	Herramientas (mango)
Baldes rotos	Juguetes
Botes	Manijas
Cajas de acumuladores	Micas
Radiografías	Molduras
Refractarios	Pantallas de televisión
Tapas	Plásticos polímero
Utensilios domésticos	Plásticos duros
	Plumas polietireno

Continuación del anexo 1.

Basuras (relleno sanitario)	
Aceites	Coque (residuos de gas de estufa)
Acetileno	Cuero (sintético)
Acido	Detergentes
Antimonio	Diamante esmeril
Asbesto	Fluor
Asfalto	Gomas
Azufre	Hilos
Bauxita	Hule
Berilio	Jabón
Bismuto	Piedra artificial
Borra	Piezas de artículos domésticos
Cadmio	Piezas de artículos fotográficos
Cal	Pilas
Cáñamo	Pinturas
Caucho	Plaguicidas
Cerámica	Polvo industrial
Cigarro - tabaco	Porcelana
Llantas	Químicos
Mica	Sodio
Pegamentos	Tintas
Petróleo	Yeso
	Toallas sanitarias
	Pañal desechable

Fuente: Guía para la gestión de residuos sólidos municipales, PROARCA.