

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. Reseña histórica	1
1.1.1. Ubicación	2
1.1.2. Extensión territorial	2
1.1.1 Colindancias	3
1.1.2 División territorial	4
1.1.3 Altitud y coordenadas	4
1.1.4 Clima	5
1.1.5 Topografía y calidad del suelo	5
1.1.6 Idioma	6
1.1.7 Acceso a la comunidad	6
1.1.8 Servicios públicos	6
1.2 Encuesta sanitaria de la colonia María Tecún	7
1.2.1 Datos de población	7
1.2.2 Datos de vivienda	8

1.2.3	Datos sobre la disposición actual de los residuos sólidos	8
1.2.4	Clasificación y composición de los residuos sólidos	10
1.3	Investigación sobre las necesidades prioritarias de la Comunidad	16
1.4	Elección de proyecto prioritario	17
2.	RESULTADOS DE LA ENCUESTA SANITARIA	
2.1	Resultados de la encuesta sanitaria	19
2.1.1	Población Actual	19
2.1.2	Datos de vivienda	26
2.2	Resultado del muestreo general de los residuos sólidos en Colonia María Tecún	50
2.3	Resultados de la clasificación y composición de los residuos sólidos	57
3.	MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN MARÍA TECÚN	
3.1	Importancia del adecuado manejo de los residuos sólidos	67
3.2	Procesamiento de los residuos sólidos	68
3.2.1	Almacenamiento	70
3.2.2	Recolección y transporte	71
3.3	Propuesta para la implantación del tren de recolección de los residuos sólidos de la comunidad	75
3.4	Propuesta para la clasificación y reciclaje de los residuos sólidos	81
3.5	Disposición de los residuos sólidos	82
3.6	El compostaje	84

3.7 Planos	92
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	97
APÉNDICE	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Localización y ubicación de la Colonia María Tecún	3
2	Habitantes por clasificación	25
3	Uso del inmueble	33
4	Régimen de propiedad	34
5	Ocupación del inmueble	35
6	Tipo de construcción	36
7	Tipo de techo	37
8	Tipo de piso	38
9	Servicio de agua	45
10	Servicio de luz	46
11	Servicio de drenaje	47
12	Disposición de escretas	48
13	Servicio de estufa	49
14	Servicio telefónico	50
15	Resumen de la cuantificación general del muestreo de los residuos sólidos	56
16	Resumen de los residuos sólidos domésticos	60
17	Resumen de los residuos sólidos industriales	64
18	Composición global de los residuos sólidos	65

19	Punto de contaminación 1	99
20	Punto de contaminación 1	99
21	Punto de contaminación 2	100
22	Punto de contaminación 4	101
23	Punto de contaminación 5	101
24	Punto de contaminación 6	102
25	Edificio destinado como I.R.R.	103
26	Edificio destinado como I.R.R.	103
27	Predio destinado para relleno sanitario	104
28	Plano estado actual en María Tecún	105
29	Plano de puntos de contaminación	106
30	Plano sector 1	107
31	Plano sector 2	108
32	Plano de la ruta de recolección 1	109
33	Plano de la ruta de recolección 2	110
34	Plano de la ruta de recolección a pie	111
35	Plano de ubicación de I.R.R.	112
36	Plano de estado actual de I.R.R.	113
37	Plano habilitación de áreas para el I.R.R.	114
38	Plano propuesta para la utilización del I.R.R.	115
39	Plano de disposición final	116
40	Plano área destinada para el relleno sanitario	117

TABLAS

I	Descripción de categorías de los componentes de residuos sólidos	15
---	--	----

II	Censo poblacional	19
III	Resultados del censo de población	25
IV	Características del inmueble	26
V	Resumen de datos sobre el uso del inmueble	32
VI	Resumen sobre régimen de propiedad	33
VII	Resumen sobre ocupación de inmueble	34
VIII	Resumen sobre tipo de construcción	35
IX	Resumen sobre tipo de techo	36
X	Resumen sobre tipo de piso	37
XI	Datos sobre servicios básicos en la comunidad	39
XII	Resumen de datos sobre el servicio de agua	45
XIII	Resumen de datos sobre el servicio de luz	46
XIV	Resumen de datos sobre el servicio de drenaje	47
XV	Resumen de datos sobre disposición de escretas	48
XVI	Resumen de datos sobre el servicio de estufas	49
XVII	Resumen de datos sobre el servicio telefónico	49
XVIII	Cuantificación del muestreo de los residuos sólidos domiciliarios de Colonia María Tecún	53
XIX	Cuantificación del muestreo de los residuos sólidos en industriales de Colonia María Tecún	54
XX	Cuantificación general del muestreo de los residuos sólidos de Colonia María Tecún	55
XXI	Resumen de la cuantificación general del muestreo de los residuos sólidos domésticos e industriales	56
XXII	Cantidad de los residuos sólidos domésticos	58
XXIII	Composición de los residuos sólidos domésticos	59
XXIV	Resumen de la composición de los residuos sólidos domésticos	60
XXV	Cantidad de los residuos sólidos en industrias	61
XXVI	Clasificación de los residuos sólidos en industria	62

XXVII	Resumen de la composición de los residuos sólidos industriales	63
XXVIII	Resumen global de la composición de los residuos sólidos	64
XXIX	Producción total de residuos sólidos	66
XXX	Clasificación de residuos sólidos al ser recolectados	72
XXXI	Ventajas y desventajas del vehículo de recolección	75
XXXII	Descripción de materiales cafés utilizados en el compostaje	87
XXXIII	Descripción de materiales verdes utilizados en el compostaje	87
XXXIV	Descripción de materiales no apropiados para el compostaje	88
XXXV	Determinación del grado de <i>compost</i>	90
XXXVI	Problemas y soluciones en el proceso de <i>compost</i>	91

GLOSARIO

Aerobio	Es un proceso o condición bioquímica que tiene lugar en presencia de oxígeno.
Ambiente	Compendio de valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.
Anaerobio	Es un proceso bioquímico o condición que tiene lugar en ausencia de oxígeno.
Basuras	Residuos sólidos putrescibles (excluyendo a las cenizas), que contienen materiales residuales combustibles y no combustibles.
Biodegradable	Una sustancia o material que puede transformarse en compuestos más sencillos mediante la acción de bacterias u otros descomponedores, tales como los hongos.
Biomasa	Cualquier materia orgánica (madera, agrícola o vegetal); los componentes claves son el carbono y el oxígeno.
Centro de	Normalmente se refiere a una instalación que procesa los

procesamiento reciclables mezclados domésticos convirtiéndolos
en
intermedio nuevos productos para su comercialización.

Compost Un material húmedo, relativamente estable, resultado de la descomposición o degradación biológica de materiales orgánicos.

Compostaje La descomposición biológica controlada de residuos sólidos orgánicos bajo condiciones aerobias. Los materiales de los residuos orgánicos se transforman en enmiendas de suelos.

Digestión aerobia El uso de residuos orgánicos como un sustrato para el crecimiento de las bacterias que funcionan en presencia de oxígeno, con el fin de estabilizar los residuos y reducir su volumen. Los productos de esta descomposición son: dióxido de carbono, agua y un resto, que está formando por compuestos inorgánicos, material orgánico no digerido y agua.

Digestión anaerobia El uso de residuos orgánicos como un sustrato para el crecimiento de bacterias que operan en ausencia de oxígeno, con el fin de reducir el volumen de los residuos. Las bacterias consumen el carbono presente en los residuos, empleándolo como fuente de energía y lo convierten en productos gaseosos.

Disposición	Es la última etapa operacional del servicio de limpieza en la cual se destinan o se disponen los residuos recolectados.
Flujo de residuos	Un término que describe el flujo total de los residuos sólidos –procedentes de viviendas, empresas, instituciones y plantas manufactureras- que hay que reciclar, quemar o evacuar en vertederos, o cualquier segmento del mismo, como por ejemplo: el flujo de residuos domésticos, o flujo de residuos reciclables.
Generador	Cualquier persona, en una zona o localización, cuya actuación o proceso genera un residuo sólido. El desechador inicial de un material.
Gestión de residuos sólidos	La administración sistemática de las actividades que cubren la recolección, separación en origen, almacenamiento, transporte, transferencia, procesamiento, tratamiento y evacuación de residuos sólidos.
Instalación de compostaje	Una instalación de residuos sólidos permitida en la que se lleva a cabo el compostaje y en la que se elabora un producto que cumple la definición de <i>compost</i> .
Instalación de recuperación de residuos materiales (IRM)	Es una instalación para separar reciclables y crear un producto como <i>compost</i> , a partir del flujo total de residuos sólidos urbanos.

Instalación para la recuperación de residuos (IRR) Un proceso para la separación de reciclables y la creación de compostaje, a partir de la totalidad del flujo de residuos sólidos urbanos no seleccionados.

PE-HD (polietileno de alta densidad). Un plástico reciclable utilizado para artículos tales como: recipientes de leche, de detergente y bases de botellas de plástico para refrescos.

PET (polietileno tereftalato) Una resina plástica utilizada para fabricar envases, especialmente botellas para refrescos.

Procesamiento Es cualquier manipulación de residuos previa a la disposición, que procura obtener resultados económicos y sanitarios.

Reciclables Materiales que todavía tienen propiedades físicas o químicas, útiles después de servir a su propósito original y que, por lo tanto, pueden ser reutilizados o refabricados convirtiéndolos en productos adicionales.

Reciclaje El proceso mediante el cual se extrae materiales del flujo de residuos y se utilizan. El reciclaje generalmente, incluye: recolección, separación, procesamiento, comercialización y creación de un nuevo producto o material a partir de productos o materiales usados.

Recolección	El acto de recolectar y transportar residuos sólidos desde su punto de generación a un lugar de evacuación, tal como podría ser una estación de transferencia, una instalación de recuperación de recursos o un vertedero.
Residuos domésticos	Materiales residuales procedentes de casas y apartamentos estos materiales incluyen: papel, recipientes de cartón para comida y bebidas, plásticos, residuos de comida, recipientes de vidrio, ropa usada, residuos de jardín, etc.
Residuos industriales	Materiales desechados en operaciones industriales o derivados de operaciones industriales o de procesos de fabricación. Puede incluir también, pequeñas cantidades de residuos generados por cafeterías, oficinas o tiendas situadas en un mismo local.
Residuos sólidos	Son todos aquellos desechos provenientes de las actividades humanas y de animales, que son normalmente sólidos y que se desechan como inútiles o indeseables, luego de que han cumplido o perdido utilidad para cumplir el objetivo que le fue asignado.
Residuos sólidos inorgánicos	Material residual no combustible formado por sustancias compuestas de materia que no sea vegetal, animal o ciertos compuestos químicos del carbono. Ejemplo: los metales y el vidrio.

Residuos sólidos Residuos sólidos originados por organismos vivos y por sus

orgánicos productos residuales metabólicos y los de petróleo, que contienen compuestos orgánicos producidos naturalmente y que se descomponen biológicamente, por la acción de microbios u hongos, en los compuestos constituyentes: agua, dióxido de carbono y otros compuestos orgánicos más sencillos.

Residuos sólidos domésticos Residuos sólidos que se originan en las viviendas privadas unifamiliares o multifamiliares.

Separación en origen La segregación de diversos materiales específicos del flujo de residuos en el punto de generación. Por ejemplo: una vivienda que separa papeles, metales y vidrio del resto de sus residuos. La separación en origen facilita el reciclaje.

Separación manual Consiste en la separación de materiales reciclables o fermentables a partir de residuos mediante selección manual.

Tratamiento Es un procesamiento que procura obtener resultados sanitario, reduciendo o eliminando efectos nocivos al hombre o al ambiente.

Vertedero Un área grande y abierta destinada a la evacuación de residuos, en los vertederos controlados los residuos se colocan en niveles y se cubren con suelo.

Vertedero Un método para evacuar residuos sobre la tierra, sin crear

controlado peligros o molestias para la salud y la seguridad pública. Para asegurar un vertido correcto se precisa una preparación cuidadosa de la zona de relleno y un buen control del drenaje de agua.

RESUMEN

Colonia María Tecún es una comunidad rural del municipio y departamento de Sololá, fundada en 1965, con una población de 899 habitantes, en la actualidad cuenta con la mayoría de los servicios básicos.

Se muestran las condiciones de vida de los pobladores, así como el resultado del estudio de caracterización del flujo de los residuos sólidos producidos por la comunidad.

Se plantea la problemática de la mala disposición de sus residuos sólidos y se proponen alternativas para solucionar a corto plazo esta situación.

En el manejo de los residuos sólidos se analizan aspectos como el almacenamiento, la recolección, transporte, el procesamiento y disposición final.

Se sugiere el tipo de almacenamiento que más se adapta a la población propiciando la separación en origen de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Para la recolección y transporte se sugiere utilizar los recursos disponibles de la comunidad, para así poder implantar el tren de recolección de los residuos sólidos generados tanto domésticos como industriales.

Como alternativa para la recuperación de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, se propone la utilización de los procesos de reciclaje y compostificación, con la intención de minimizar los impactos negativos a los sistemas ambientales edáfico, lítico e hídrico.

OBJETIVOS

Generales

Proporcionar a los estudiantes de ingeniería civil una herramienta para el análisis de los residuos sólidos.

Desarrollar un manejo integral de los residuos sólidos dentro de la colonia María Tecún, para la conservación de los sistemas ambientales como el edáfico, lítico e hídrico.

Específicos

1. Diseñar un adecuado tren de recolección de los residuos sólidos dentro de la Colonia María Tecún.

2. Establecer los puntos de contaminación dentro de la Comunidad para evitar la proliferación de agentes vectores causantes de enfermedades.
3. Concienciar y promover en los habitantes de la comunidad la importancia y el beneficio del reciclaje.

INTRODUCCIÓN

Muchas son las necesidades que deben satisfacerse para el bienestar del ser humano, sin embargo, nada es más importante que conservar la salud. Es bien sabido que una comunidad que no cuente con las condiciones adecuadas de saneamiento, corre el riesgo de ser asolada por diversas enfermedades.

El inadecuado manejo de los residuos sólidos es uno de los problemas que se ha identificado como causa de enfermedades, ya que propicia la proliferación de la fauna nociva, insectos y roedores.

El presente trabajo de graduación consiste en un estudio, basado en la forma en que los pobladores de la Colonia María Tecún manejan sus residuos sólidos, y se plantea una alternativa para que sea incorporada a las actividades diarias de los mismos, propiciando así un ambiente más sano para las futuras generaciones.

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1 Descripción del área de estudio

1.1.1 Reseña histórica

La Colonia María Tecún fue fundada en el año de 1965, como resultado de una necesidad sentida por un grupo de vecinos de la aldea San Juan de Argueta, Sololá, y por iniciativa de unos 80 agricultores organizados y asesorados por el entonces Párroco de la Iglesia Católica Reverendo Alfonso Alayo.

Desde su origen se planificaron 234 lotes de los cuales en la actualidad existen 152 casas construidas, adicionalmente se planificaron las áreas para los servicios públicos.

El 25 de septiembre de 1993, en el acta No. 058-93 de Sesiones del Concejo Municipal de Sololá, la Colonia se independizó de la Aldea Argueta y se nombró únicamente **Colonia María Tecún**, de Sololá

En la actualidad el número de habitantes es de 899.

Su fiesta patronal es el 8 de diciembre, en honor a la Santísima Virgen de Concepción.

1.1.2 Ubicación

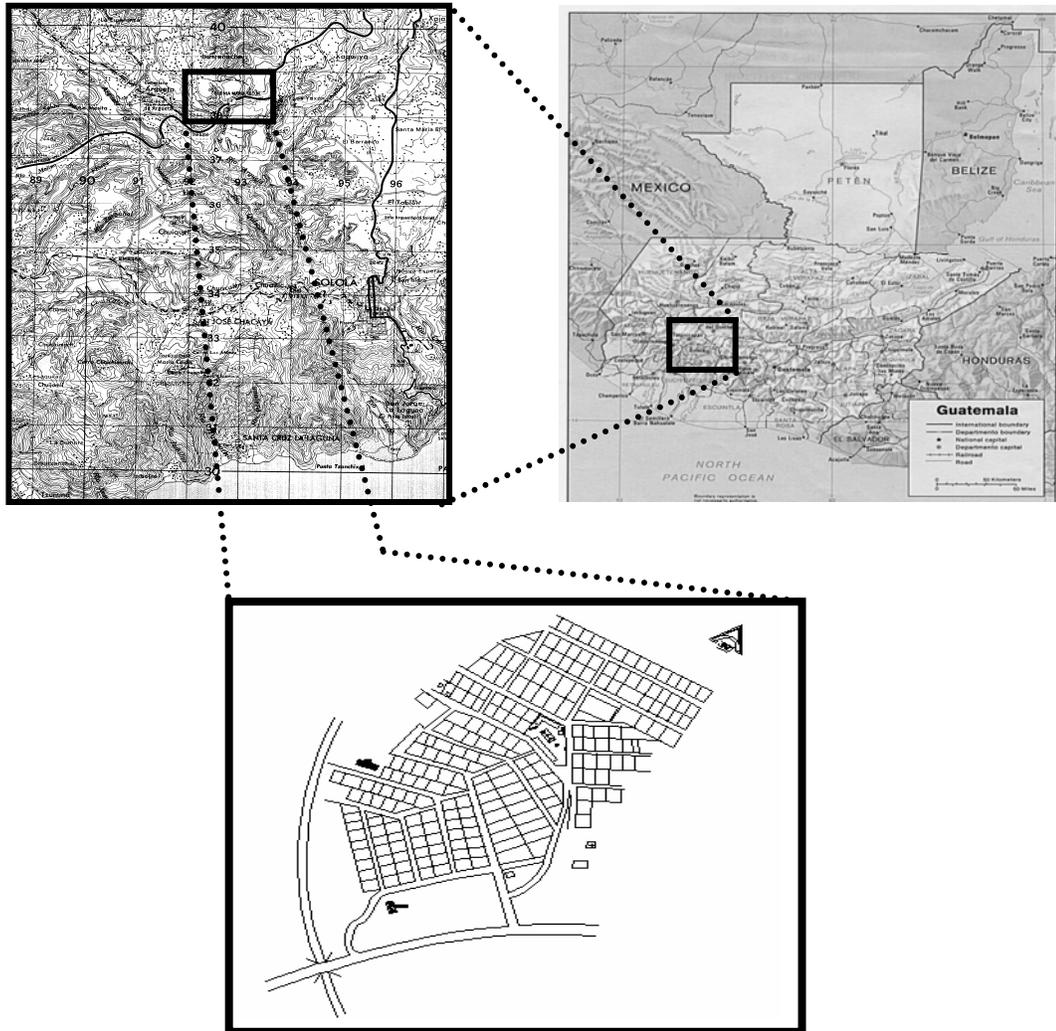
Se encuentra ubicada a 137 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, por la ruta CA-1, en la Meseta Sur-Occidental del territorio nacional. Por situación geográfica pertenece al Municipio y Departamento de Sololá y comprende la franja norte de la cuenca del Lago de Atitlán.

Dista de la cabecera departamental de Sololá 18 kilómetros por carretera asfaltada. (ver Figura 1)

1.1.3 Extensión territorial

La Colonia María Tecún tiene una superficie de 7 caballerías, 42 manzanas y 7341.35 varas cuadradas, y su equivalente a 3.449 kilómetros cuadrados.

Figura 1. Localización y ubicación de la Colonia María Tecún



1.1.4 Colindancias

Al Norte: bosque comunal de las aldea Argueta, y aldeas Pixab'aj y Chaquijya.

Al Sur: cantón Chuiquel, y el río las Lajas de por medio.

Al Este: aldeas Chaquijya y El Tablón.

Al Oeste: terrenos municipales de aldea Argueta y Finca Matriz.

1.1.5 División territorial

En la actualidad, se encuentra dividida en tres áreas:

La primera de ellas es el Centro Urbano, dividido a la vez en dos sectores.

La segunda comprende un área de cultivo de aproximadamente dos mil cuerdas.

La tercera de gran importancia es un área con vocación forestal de aproximadamente tres mil cuerdas.

1.1.6 Altitud y coordenadas

La altura es de 2,300 sobre el nivel del mar. Sus coordenadas cartográficas son: latitud norte 14° 48' 55" y longitud oeste 91° 12' 40".

1.1.7 Clima

Se encuentra clasificada en la característica de Clima es Montano bajo húmedo MBH con temperatura promedio anual de 15 grados centígrados.

La precipitación pluvial es de 1100 milímetros anuales, la evaporación promedio mensual es de 4.32 milímetros, y la velocidad del viento es una máxima de 8.5 y una mínima de 3.3 kilómetros por hora con una dirección predominante de Norte a Sur.

1.1.8 Topografía y calidad del suelo

La Colonia María Tecún es un área accidentada y montañosa. Los suelos del departamento de Sololá han sido divididos en 17 unidades de suelo que consisten en 13 series de suelo, 2 fases de suelo y 2 clases de terrenos misceláneos.

Los suelos han sido divididos en 4 grupos amplios:

- I. Suelos de las montañas volcánicas
- II. Suelos de la altiplanicie central
- III. Suelos del declive del pacífico, y
- IV. Clases misceláneas de suelos.

Los suelos de los grupos II y III han sido divididos en sub-grupos; basándose en su profundidad, la clase de material madre y el relieve, donde éstas son características importantes. En el grupo II hay dos sub-grupos: A) Suelos profundos sobre materiales volcánicos de color claro, en relieves de inclinados a escarpados y B) Suelos profundos sobre materiales volcánicos de color claro en relieve suavemente inclinado. En el grupo III hay tres sub-grupos: A) Suelos profundos sobre materiales volcánicos de color claro, B) Suelos poco profundos sobre materiales volcánicos de color claro y C) Suelos sobre materiales volcánicos de color oscuro.

1.1.9 Idioma

Idioma predominante K'iche.

1.1.10 Acceso a la comunidad

A la Colonia María Tecún se puede acceder desde la Ciudad Capital por la ruta CA-1, al recorrer 137 kilómetros asfaltados.

1.1.11. Servicios públicos

Cuenta con los siguientes servicios públicos:

- Servicio de Agua potable
- Servicio de Alcantarillado sanitario con planta de tratamiento para aguas residuales
- Escuela mixta de educación pre-primaria y primaria
- Alcaldía auxiliar
- Bodega comunal
- Salón artesanal
- 2 lavaderos públicos
- Sistema de mini riego con cobertura de 10.88 hectáreas
- Servicio de energía eléctrica
- Cancha polideportiva
- 1 Iglesia católica
- 2 Iglesias evangélicas
- Teléfono comunal

1.2. Encuesta sanitaria de Colonia María Tecún

1.2.1. Datos de población

Para el estudio de la población se elaboró una encuesta sanitaria, con la finalidad de establecer el número de habitantes en Colonia María Tecún; obteniendo un dato de población de 899 personas. Además se determinó por género el número de adultos y niños.

1.2.2. Datos de Vivienda

Dentro de la boleta para establecer la población actual se llevó un registro de habitación, teniendo en la actualidad 152 casas. También se determinó las condiciones de vida de los pobladores, estableciendo tipo de vivienda y servicios básicos.

1.2.3. Datos sobre la disposición actual de los residuos sólidos

Desde tiempos inmemorables los recursos naturales han sido utilizados para sustentar la vida, satisfaciendo sus necesidades con el procesamiento de dichos recursos. En la actualidad estos procesos y otros producidos por la industrialización, generan una cantidad de residuos sólidos que normalmente han sido dispuestos en la tierra causando impactos ambientales y sanitarios, por la excesiva acumulación y por la falta de tratamiento.

La disposición de los residuos sólidos no llegó a ser un problema significativo en la antigüedad, ya que las poblaciones eran pequeñas, así como la producción de sus residuos, y por la gran disponibilidad de tierra la capacidad de asimilación de la naturaleza era suficiente. Sin embargo con el crecimiento de las poblaciones, el desarrollo industrial, y la introducción de la cultura consumista en las sociedades, se da lugar a una explosiva producción de los residuos sólidos que en la actualidad constituye una de las más serias amenazas contra la salud de la humanidad.

El inadecuado manejo y disposición final de los residuos sólidos, es uno de los problemas que más claramente se ha identificado como causa de enfermedades, y muerte, ya que propicia la proliferación de la fauna nociva, insectos y roedores, transmisores de enfermedades como la malaria, el dengue, la diarrea, y otros de gran impacto sanitario.

Tal como se describiera en la reseña histórica, Colonia María Tecún es una población relativamente incipiente, dentro del Departamento de Sololá, sin embargo; podríamos considerarla como un pequeño polo de desarrollo, debido quizá, a su estructura social bien organizada, favorecido a la vez por la concentración de viviendas, lo cual, le permite obtener gran cantidad de servicios en beneficio de sus pobladores.

En la actualidad no cuentan con una disposición de sus residuos sólidos; ya que sus habitantes los vierten en laderas y zanjones dentro de la comunidad. (Ver apéndice, figuras 19 a la 24). Además otros residuos generados son incinerados dentro de sus viviendas; y algunos otros destinados para la crianza de animales.

No existe un sistema de recolección establecido, a pesar de tener una ventaja comparativa como lo es la concentración de viviendas.

Dentro de la disposición final, podríamos decir que utilizan el denominado “a cielo abierto”, no habiendo planificación, ni control del vertido de los residuos sólidos en el terreno, además no se aplican métodos de tratamiento, de recuperación ni reciclaje de las mismas.

Dada su importancia a la problemática actual; se hace necesario implantar un manejo de los residuos sólidos dentro de la comunidad, y con ello reducir el riesgo de provocar epidemias, por el latente crecimiento de los residuos.

1.2.4. Clasificación y composición de los residuos sólidos

Los residuos sólidos, son todos aquellos desechos provenientes de las actividades humanas y de animales, que son normalmente sólidos y que se desechan como inútiles, luego de que han perdido utilidad para cumplirle el objetivo que le fuera designado.

El conocimiento sobre las características y cantidad de residuos sólidos generados por una población es la información fundamental, la cual permitirá realizar una evaluación de alternativas necesarias para la implementación de opciones en el manejo de los residuos.

Se entiende por manejo, todas aquellas actividades relacionadas con el control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, procesamiento, recuperación, y disposición de los residuos sólidos, de manera acorde con los mejores principios de salubridad, ecología, economía, ingeniería y otros que promuevan el bienestar y confort de las poblaciones.

Cada hombre, mujer y niño, generan residuos sólidos, las empresas, las fábricas, los establecimientos educativos, las instituciones también las generan; la cuestión no es si las producimos o no, sino cuánta, de que tipo y si existe la posibilidad de un uso secundario para estos antes de que decidamos enterrarla o quemarlas.

A través de los años, se ha hecho imprescindible un mayor conocimiento de la clasificación y composición de los residuos sólidos, para la gestión a largo plazo de los residuos.

Por lo que a continuación podemos indicar que los residuos sólidos se clasifican en tres grupos, los cuales son:

- a. Por su origen o procedencia
- b. Por su composición química
- c. Por su incinerabilidad

a) Los residuos sólidos por su **origen o procedencia** a la vez se clasifican en:

- Residuos sólidos naturales
- Residuos sólidos producidos por el hombre

Los **residuos sólidos naturales**, son todos aquellos como la hojarasca, polvo, tierra, ceniza volcánica, y otros.

Los **residuos sólidos producidos por el hombre**, son todos aquellos provenientes de viviendas, industrias, especiales y peligrosos, mineros, agrícolas y otros.

Podríamos indicar entonces, que los **residuos sólidos domésticos**, son todos aquellos generados dentro de las viviendas, en forma individual y colectiva, vías y lugares públicos.

Los **residuos sólidos industriales**, son todos aquellos generados por la actividad industrial, cenizas, desechos de construcción.

Y los **residuos sólidos peligrosos**, son aquellos que presentan un peligro potencial, inmediato o a cierto tiempo, para la vida del hombre, los animales y las plantas, se consideran peligrosos si presentan cualquiera de las siguientes características: inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad.

b) Los residuos sólidos por su **composición química** a la vez se clasifican en:

- Residuos sólidos orgánicos
- Residuos sólidos inorgánicos

Se consideran como **residuo sólidos orgánicos**, los que se pudren, como los desperdicios de verduras, frutas, hojas y papeles, los cuales podemos aprovechar como abono.

Y los **residuos sólidos inorgánicos**, son los que no se pudren como los vidrios, hule, plásticos, latas, trastos de barro, pañales desechables y metales.

c) Los residuos sólidos por su **incinerabilidad** a la vez se clasifican en:

- Residuos sólidos combustibles
- Residuos sólidos incombustibles

Por lo anteriormente expuesto, y para términos del presente estudio, utilizaremos la siguiente clasificación.

Por su origen y por ser producidos por el hombre:

- **Residuos sólidos domésticos**
- **Residuos sólidos industriales**

Y por su composición química.

- **Residuos sólidos orgánicos**
- **Residuos sólidos inorgánicos**

Un antiguo refrán dice: “ recolectas lo que siembras”. Para la evacuación en el vertedero, la composición de los residuos sólidos que se van a enterrar tiene un impacto directo sobre la densidad conseguida in situ, que después afectará a la capacidad del vertedero o a la estimación de la vida útil del mismo. Al establecer la composición de este, se determinara que compuestos químicos potenciales hay y que probablemente, serán emitidos en forma de lixiviados, cuando las aguas de lluvia se filtren en el vertedero.

Esta información permitirá el diseño de un sistema apropiado para la recolección y tratamiento de los lixiviados, a fin de mitigar los impactos adversos sobre el medio ambiente.

El propósito fundamental de un estudio de caracterización de residuos es proporcionar una información útil que permita valorar las alternativas viables para la reutilización, reciclaje y evacuación de los residuos sólidos.

En el presente estudio se utilizaron distintas categorías para los componentes de los residuos sólidos descritas en la Tabla I.¹

Tabla I. Descripción de categorías de los componentes de residuos sólidos

Categoría	Descripción
Papel mezclado	Papel de oficina, de informática, revistas, satinado, encerado, otros papeles que no encajan en las categorías de papel periódico
Papel periódico	Papel periódico
Otros orgánicos y combustibles	Trapos, retazos, ropas viejas.
Plástico	Plásticos, bolsas, botellas PET, ² botellas PE-HD ³ , películas.
Vidrio	Vidrio, botellas, envases
Aluminio	Aluminio, latas de aluminio, papel aluminio.
Metales	Hierro, acero, latas de hojalatas, latas bimetálicas
Residuos de comida	Toda la comida excepto huesos
Otros inorgánicos y no combustibles	Roca, arena, polvo, cerámica, yeso, metales no férreos y no aluminicos, (cobre, latón, etc), huesos
Hule	Hule
Sintético	Cuero y materiales sintéticos
Cenizas	Cenizas, proveniente de las estufas de leña

¹

Herbert F. Lund. **Manual McGraw-Hill de Reciclaje**. (España: Editorial McGraw-Hill, 1996) p. 3.13

²

PET = Polietileno tereftalato.

³

PE-HD = Polietileno de alta densidad.

1.3. Investigación sobre las necesidades prioritarias de la comunidad

Colonia María Tecún cuenta con una estructura social bien definida desde su fundación. Esto les ha permitido que la toma de decisiones en beneficio de sus pobladores deba en primera instancia ser sometida a consideración por las autoridades locales, previo a ser autorizadas por la asamblea general de vecinos.

Las autoridades de la Comunidad son: Alcalde auxiliar, vice-alcalde, secretario, tesorero y vocales del alcalde auxiliar, concejales o junta de ancianos, alguaciles y miembros de los distintos comités.

Respetando esta jerarquía se realizó un diagnóstico para determinar las necesidades básicas insatisfechas dentro de la Comunidad, indicando en orden de prioridad las siguientes:

1. Disposición de residuos sólidos
2. Construcción de centro de convergencia o unidad mínima de salud
3. Cementerio
4. Adoquinamiento de calles
5. Ampliación de alcaldía auxiliar
6. Parque infantil
7. Reacondicionamiento del camino de acceso a las áreas de cultivo

1.4. Elección de proyecto prioritario

Como se puede observar en este capítulo, la Colonia María Tecún ha logrado un alto índice de desarrollo por los proyectos gestionados y ejecutados dentro de la comunidad; sin embargo por el crecimiento de la población desde su fundación a la fecha, se ha hecho necesario plantear alternativas que contribuyan cada día a su crecimiento.

Luego de una amplia deliberación y evaluando alternativas de viabilidad, por unanimidad las autoridades locales determinaron que es prioritario encontrar una solución a la disposición de los residuos sólidos de la comunidad.

2. RESULTADOS DE LA ENCUESTA SANITARIA

2.1 Resultados de la encuesta sanitaria

2.1.1. Población actual

En la Colonia María Tecún se realizó un censo poblacional, con el objetivo de determinar el número de familias que viven en este lugar. Dicho censo dio como resultado que existen 181 familias ubicadas en 152 predios.

La Tabla II que se muestra a continuación presenta la cuantificación general de población.

Tabla II. Censo poblacional

Núm. de familia	Habitantes por vivienda				Total
	Adultos		Niños		
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
1	1	1	1	3	6
2	1	3	1		5
3	1	1			2
4	1	1		3	5
5	1	1		1	3
6	1	1	3	1	6
7	1	1	1		3
8		1	2		3

Continuación

Núm. de Familia	Habitantes por vivienda				Total
	Adultos		Niños		
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
9	1	1	2		4
10	1	1	1		3
11	1	1	2		4
12	1	1	1		3
13	1	1			2
14	1	1			2
15		1	1		2
16	1	1	1	1	4
17	1	1			2
18	1	2		2	5
19	1	1	3	3	8
20	1	1	1		3
21	1		1	1	3
22	1	1	2	2	6
23	2	1	3	1	7
24	1	1			2
25	1	3		2	6
26	1	1	2	2	6
27	1	4		2	7
28	2	4		4	10
29	2	1	2	1	6
30	1	1	1	4	7
31	4	1			5
32	1	1		1	3
33	1	1		1	3
34	1	1	1	2	5
35		1	2		3
36	1	1	1		3
37	1	1	1	1	4
38	1	1	1		3
39	1	1	2	1	5
40		1	1		2
41	2	2	3	1	8
42	2	1	4	2	9
43	1	1		1	3

Continuación

Núm. de familia	Habitantes por vivienda				total
	Adultos		Niños		
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
44	1	1		2	4
45	1	1	1		3
46	1	1	2	3	7
47	2	1		1	4
48	1	1		1	3
49	1	1	2		4
50	2	1	1	2	6
51	2	1			3
52		1		1	2
53	1	1		1	3
54	3	1	4		8
55		1	1	1	3
56	1	1		3	5
57	1	1	1	1	4
58	1	2	5	6	14
59	1	1	1	2	5
60	1	2			3
61	1	1	2		4
62	1	1	2	2	6
63		1		1	2
64	1	1	2	3	7
65	1	1	2	1	5
66	1	2			3
67		1		1	2
68	1	1		4	6
69	1	1	4	2	8
70	1	1		1	3
71	1	1	1	2	5
72	1	1	2	2	6
73	1	1	1	2	5
74	1	3			4
75	1	1	2	4	8
76	2	1	1	2	6
77	2	1	2	1	6
78	3	2	3		8

Continuación

Núm. de familia	Habitantes por vivienda				Total
	Adultos		Niños		
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
79	1	1			2
80	1	2	2	2	7
81		2			2
82	2	1	1	1	5
83	1	1	2	3	7
84	1	1	1	2	5
85	1	2	1		4
86	1	1	2	1	5
87	1	1		3	5
88	1	1			2
89	1	1		3	5
90	2	1			3
91	1	3	1	3	8
92	1	1	2	2	6
93	2	2			4
94	1	2	6	2	11
95	2	1			3
96	1	1		1	3
97	2	2	5	2	11
98	2	1	2	1	6
99	1	1		1	3
100	1		1	2	4
101	2	1	2	4	9
102	2	2	2	5	11
103	1	1	1		3
104	1	2	1		4
105	1	1	2	2	6
106	1	1	1	3	6
107	1	1	2	3	7
108	1	2	1	2	6
109	1	2	1	2	6
110	1	1	2	3	7
111	1	1	1	1	4
112	1	1			2
113	2	2	1	4	9
114	1	1		1	3

Continuación

Núm. de familia	Habitantes por vivienda				Total
	Adultos		Niños		
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
115	1	1	1		3
116	1	1	2	1	5
117	1	1	1		3
118	1	1	3	3	8
119	1	3	2	2	8
120	1	3	2		6
121		1	1	1	3
122	1	1	3	1	6
123	1	1	1	1	4
124	2	1	2	1	6
125	3	1	2	2	8
126	1	1	1	1	4
127	1	1			2
128	1	1	1	1	4
129	2	1	3	1	7
130	4			3	7
131		1	1	1	3
132	1	1	3	2	7
133	1	1	2		4
134	1	1	1	2	5
135	1	1	1	2	5
136	1	1	1	1	4
137	1	1	1	1	4
138	1	1			2
139	1	1	1	1	4
140		1	1	3	5
141	1	1	4	2	8
142	1	1	2	2	6
143		1	4	2	7
144	1	1		1	3
145	1	1	1		3
146	1	1	3	2	7
147	1	1	2		4
148	1	1	1		3
149	1	1	2	5	9
150		1	2	2	5

Continuación

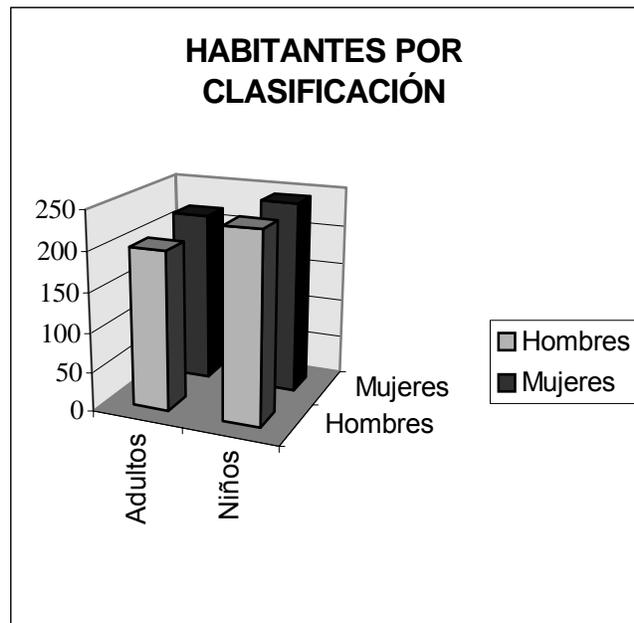
Núm. de familia	Habitantes por vivienda				Total
	Adultos		Niños		
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
151	2	1			3
152	1	1	3		5
153	1	1	1	1	4
154	1	1	1	3	6
155	1	1	2	3	7
156	1	1		2	4
157	1	1	3	4	9
158	1	1	1	3	6
159	1	1	2	2	6
160	2	1	2		5
161	1	1	1		3
162	1	1	1	2	5
163	1	1	2	1	5
164	1	1	2	2	6
165	1	1			2
166	1	1	4	2	8
167	1	1	2	1	5
168	1	2	5		8
169		1	1		2
170	1	3	2	3	9
171	1	1	3	3	8
172		1	2	2	5
173	1	1	2		4
174	1	1	4	1	7
175	1	1			2
176	1	2	1	4	8
177	1	1	1	1	4
178	1	1		1	3
179	2	1			3
180	1	1		1	3
181	1	1			2
Total	201	217	238	243	899

En la Tabla III, se presenta el resumen del censo de población, en la Figura 2, los resultados obtenidos en la Tabla II, los cuales demuestran que por género existen mayor número de mujeres que hombres dentro de la población, y la diferencia entre personas adultas y niños no es grande.

Tabla III. Resultado de censo de población

Clasificación	Adultos	Niños	Porcentaje
Hombres	201	238	49
Mujeres	217	243	51
Total	418	481	100

Figura 2. Habitantes por clasificación



2.1.2. Datos de vivienda

Al momento de realizar un censo poblacional se recolectó información adicional, la cual nos permite tener una idea más clara de las condiciones de vida de los pobladores.

Dentro de la información recavada se obtuvieron datos como: uso, ocupación, y régimen de propiedad sobre cada inmueble, así también las características de las viviendas tales como tipo de construcción, techo y piso.

A continuación se detalla en la Tabla IV, los datos obtenidos en el censo de habitación.

Tabla IV. Características del inmueble

Número	Uso de inmueble		Régimen de propiedad		Ocupación de vivienda		Tipo de construcción				Tipo de techo				Tipo de piso				
	Vivienda	Comercio	Propio	Alquilado	Individual	Compartido	Block	Ladrillo	Adobe	Otros	Teja	Lam. Zinc	Lam. Duralit	Otros	Cemento	Tierra	Granito	Cemento liq.	Baldosa
1	1		1		1				1	1				1					
2	1	1	1		1				1		1								1
3	1		1			1													
4	1		1			1			1	1									1
5	1		1		1				1	1				1					
6	1		1		1				1	1									1
7	1		1			1													
8	1		1			1			1	1				1					

Continuación

Número	Uso de inmueble		Régimen de propiedad		Ocupación de vivienda		Tipo de construcción				Tipo de techo				Tipo de piso				
	Vivienda	Comercio	Propio	Alquilado	Individual	Compartido	Block	Ladrillo	Adobe	Otros	Teja	Lam. Zinc	Lam. Duralit	Otros	Cemento	Tierra	Granito	Cemento liq.	Baldosa
9	1		1			1	1				1			1					
10	1		1			1													
11	1		1		1		1				1			1					
12	1		1			1		1		1				1					
13	1		1		1			1		1				1					
14	1		1			1													
15	1		1			1													
16	1			1	1			1		1				1					
17	1		1		1			1		1									1
18	1		1		1			1			1					1			
19	1		1		1			1			1			1					
20	1		1		1			1		1						1			
21	1		1			1		1			1			1					
22	1		1			1													
23	1	1	1		1			1			1			1					
24	1		1		1			1		1				1					
25	1		1			1		1		1				1					
26	1		1			1		1			1			1					
27	1		1		1			1		1									1
28	1	1	1		1			1		1				1					
29	1		1			1													
30	1		1		1			1		1				1					
31	1		1		1			1		1				1					
32	1		1		1			1		1									1
33	1		1		1			1		1									1
34	1		1			1													
35	1		1			1		1		1									1
36	1		1		1			1			1			1					
37	1		1			1													
38	1		1			1		1		1									1
39	1			1	1		1				1						1		
40	1		1			1													
41	1		1		1			1		1									1
42	1		1		1			1		1									1
43	1		1			1		1			1								1

Continuación

Número	Uso de inmueble		Régimen de propiedad		Ocupación de vivienda		Tipo de construcción				Tipo de techo				Tipo de piso				
	Vivienda	Comercio	Propio	Alquilado	Individual	Compartido	Block	Ladrillo	Adobe	Otros	Teja	Lam. Zinc	Lam. Duralit	Otros	Cemento	Tierra	Granito	Cemento liq.	Baldosa
44	1		1			1		1		1									1
45	1	1	1		1			1		1									1
46	1		1		1			1		1									1
47	1		1		1			1		1									1
48	1		1			1													
49	1		1		1			1		1									1
50	1		1		1			1		1									1
51	1		1		1			1		1									1
52	1		1		1			1		1									1
53	1		1			1		1		1									1
54	1		1		1			1		1									1
55	1		1		1			1		1									1
56	1		1			1													
57	1		1			1													
58	1	1	1		1			1		1									1
59	1		1		1			1		1					1				
60	1		1			1													
61	1		1		1			1		1									1
62	1		1		1			1		1					1				
63	1		1		1			1		1									1
64	1	1	1		1			1		1									1
65	1		1		1				1		1					1			
66	1		1			1		1		1									1
67	1		1		1			1		1									1
68	1		1		1			1		1					1				
69	1		1		1			1		1									1
70	1			1		1		1			1								1
71	1		1		1			1			1								1
72	1		1		1			1		1									1
73	1		1		1			1			1				1				
74	1		1		1			1		1									1
75	1		1		1			1			1						1		
76	1		1		1			1			1								1
77	1		1		1			1		1									1
78	1		1		1		1				1								1

Continuación

Número	Uso de inmueble		Régimen de propiedad		Ocupación de vivienda		Tipo de construcción				Tipo de techo				Tipo de piso				
	Vivienda	Comercio	Propio	Alquilado	Individual	Compartido	Block	Ladrillo	Adobe	Otros	Teja	Lam. Zinc	Lam. Duralit	Otros	Cemento	Tierra	Granito	Cemento liq.	Baldosa
79	1		1		1			1			1								1
80	1		1		1			1			1								1
81	1		1			1	1				1			1					
82	1		1			1													
83	1		1		1			1		1									1
84	1		1		1			1		1									1
85	1	1	1			1		1		1									1
86	1		1		1			1			1			1					
87	1		1			1													
88	1		1		1			1			1								1
89	1		1		1			1			1								1
90	1		1		1			1		1									1
91	1		1		1			1		1									1
92	1		1			1													
93	1		1			1													
94	1		1		1			1		1									1
95	1		1			1													
96	1	1	1		1			1		1				1					
97	1		1		1			1		1									1
98	1		1			1	1				1			1					
99	1		1		1		1				1			1					
100	1		1		1			1		1									1
101	1		1		1			1			1								1
102	1		1		1		1				1			1					
103	1		1		1			1			1			1					
104	1		1		1			1			1			1					
105	1		1		1			1		1									1
106	1	1	1		1			1		1									1
107	1		1			1		1			1			1					
108	1		1			1													
109	1		1		1			1		1				1					
110	1		1			1		1		1									1
111	1		1			1													
112	1		1			1													
113	1	1	1		1			1		1				1					

Continuación

Número	Uso de inmueble		Régimen de propiedad		Ocupación de vivienda		Tipo de construcción				Tipo de techo				Tipo de piso				
	Vivienda	Comercio	Propio	Alquilado	Individual	Compartido	Block	Ladrillo	Adobe	Otros	Teja	Lam. Zinc	Lam. Duralit	Otros	Cemento	Tierra	Granito	Cemento liq.	Baldosa
114	1		1		1				1		1								1
115	1		1		1				1		1								1
116	1		1		1				1		1								1
117	1	1	1		1				1	1									1
118	1		1		1				1	1									1
119	1		1		1				1		1								1
120	1		1		1				1		1			1					
121	1		1		1				1	1									1
122	1		1		1				1	1									1
123	1		1		1				1	1									1
124	1		1		1				1	1									1
125	1		1			1			1	1									1
126	1		1			1			1		1								1
127	1		1		1				1	1									1
128	1		1			1													
129	1		1		1		1				1								1
130	1		1		1				1		1								1
131	1		1		1				1	1									1
132	1		1		1				1	1									1
133	1		1		1				1	1									1
134	1		1		1		1				1			1					
135	1		1			1			1		1			1					
136	1		1			1			1		1								1
137	1		1			1													
138	1		1			1													
139	1		1		1				1		1								1
140	1	1	1		1				1	1									1
141	1		1		1				1		1								1
142	1		1		1				1	1									1
143	1		1		1				1		1								1
144	1		1		1				1	1									1
145	1		1			1													
146	1		1		1		1				1						1		
147	1		1		1				1		1								1
148	1		1		1				1	1									1

Continuación

Número	Uso de inmueble		Régimen de propiedad		Ocupación de vivienda		Tipo de construcción				Tipo de techo				Tipo de piso				
	Vivienda	Comercio	Propio	Alquilado	Individual	Compartido	Block	Ladrillo	Adobe	Otros	Teja	Lam. Zinc	Lam. Duralit	Otros	Cemento	Tierra	Granito	Cemento liq.	Baldosa
149	1		1		1				1		1								1
150	1		1		1				1	1									1
151	1		1		1				1	1									1
152	1		1		1				1	1									1
153	1		1		1				1		1								1
154	1		1		1				1		1							1	
155	1		1		1				1	1									1
156	1		1		1				1		1			1					
157	1		1		1					1	1				1				
158	1		1		1		1				1							1	
159	1		1		1				1		1								1
160	1		1		1				1		1								1
161	1		1			1													
162	1		1		1				1		1								1
163	1		1		1		1				1							1	
164	1		1		1				1		1								1
165	1		1		1				1		1								1
166	1		1		1				1		1								1
167	1		1		1		1				1							1	
168	1		1		1		1				1							1	
169	1		1		1					1	1					1			
170	1		1		1				1	1									1
171	1		1		1				1		1								1
172	1		1		1				1	1									1
173	1		1		1		1				1							1	
174	1		1		1				1		1								1
175	1		1		1				1		1								1
176	1		1		1				1	1									1
177	1		1			1			1		1								1
178	1		1			1													
179	1		1			1													
180	1		1		1				1		1								1
181	1		1		1				1	1									1
Total	181	12	178	3	128	53	16	0	133	3	83	69	0	0	37	3	2	9	101

Desde que se asentó Colonia María Tecún se realizó la lotificación, se planificaron 234 lotes, sin embargo, en la actualidad existen construidas 152 viviendas, y en ellas habitan 181 familias; esto nos indica que en algunos casos en un lote conviven dos o hasta tres familias.

Se ha podido observar que la gran mayoría de los pobladores de la Colonia son propietarios del inmueble que habitan.

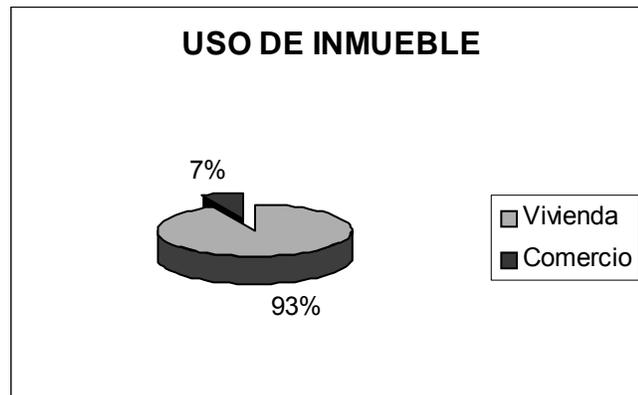
Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos de la Tabla IV, podemos concluir

Del 100% de las viviendas de la Colonia María Tecún, el 7% las comparten con negocios propios, ubicados dentro de los inmuebles, lo cual se encuentra representado en la Tabla V y la Figura 3.

Tabla V. Resumen de datos sobre el uso de inmueble

Inmueble	Cantidad	Porcentaje
Vivienda	181	93
Comercio	12	7
	Total	100

Figura 3. Uso del inmueble

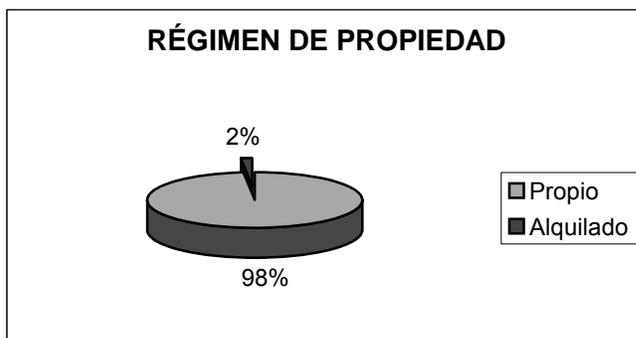


Como régimen de propiedad se determinó que el 98% de las familias viven en terrenos propios, mientras que el 2% alquila el lugar donde habitan, estos datos fueron obtenidos de la Tabla IV, y representados en la Tabla VI y la Figura 4.

Tabla VI. Resumen sobre régimen de propiedad

Inmueble	Cantidad	Porcentaje
Propio	178	98
Alquilado	3	2
Total	181	100

Figura 4. Régimen de propiedad

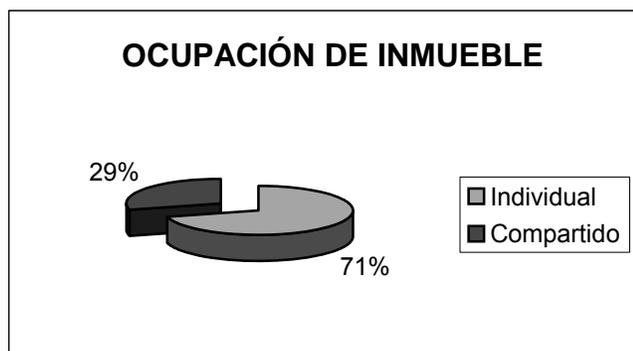


El incremento de población que la Colonia María Tecún ha tenido durante 34 años, comienza a afectar la forma en que ocupan las viviendas, ya que se puede observar en la Tabla VII, y Figura 5, que de las 152 viviendas construidas, un 29% de las familias cohabitan con sus progenitores.

Tabla VII. Resumen sobre ocupación de inmueble

Inmueble	Cantidad	Porcentaje
Individual	128	71
Compartido	53	29
Total	181	100

Figura 5. Ocupación del Inmueble



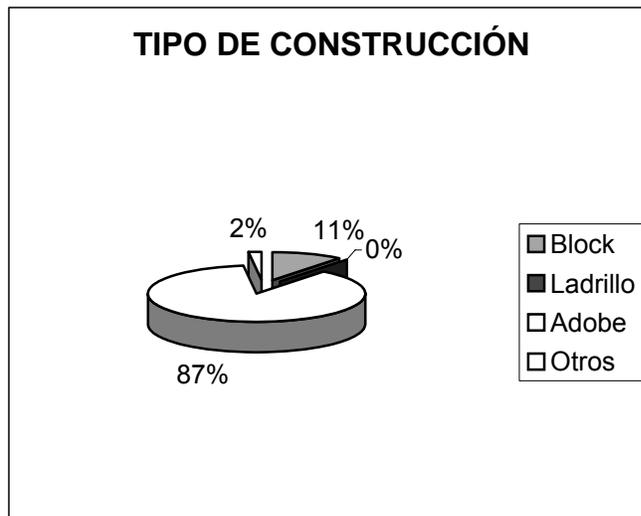
Por intervención del Reverendo Alfonso Alayogoicoa Azuaga, se logró financiamiento durante los años 1967 a 1969 para la construcción de 117 viviendas, con paredes de adobe, techos de teja, y pisos de baldosa. De esa fecha a la actualidad se han construido 35 viviendas más, para un total de 152.

En la Tabla VIII y Figura 6, se observa que el 87% de las viviendas están construidas de adobe y un 11% con block.

Tabla VIII. Resumen sobre tipo de construcción

Material	Vivienda	Porcentaje
Block	16	11
Ladrillo	0	0
Adobe	133	87
Otros	3	2
Total	152	100

Figura 6. Tipo de construcción

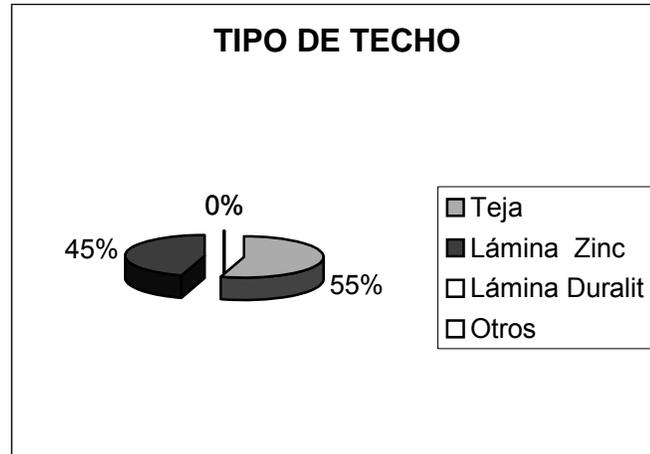


La Tabla IX y Figura 7 indican que el 55% de las viviendas conservan el techo de teja, y el restante 45% lo cambiaron a lámina de zinc, por lo que se puede concluir que sus pobladores han ido mejorando sus condiciones de vida y con ello han dado mayor confort a sus casas.

Tabla IX. Resumen sobre tipo de techo

Material	Cantidad	Porcentaje
Teja	83	55
Lámina Zinc	69	45
Lámina Duralit	0	0
Otros	0	0
Total	152	100

Figura 7. Tipo de techo



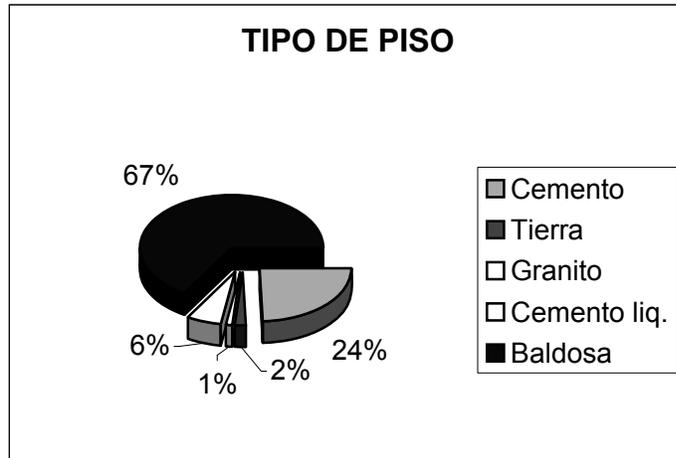
Un dato curioso de la Colonia es que a pesar de ser una comunidad rural del altiplano central de Guatemala, sólo un 2% de sus viviendas tiene piso lo cual denota un alto grado de desarrollo, al comparársele con otras comunidades similares.

De la Tabla X y Figura 8, se observa que el 67% de las casas conservan el piso de baldosa de barro.

Tabla X. Resumen sobre tipo de piso

Material	Cantidad	Porcentaje
Cemento	37	24
Tierra	3	2
Granito	2	1
Cemento liq.	9	6
Baldosa	101	67
Total	152	100

Figura 8. Tipo de piso



Otras construcciones que existen dentro de la Comunidad y que no fueron contempladas dentro del presente estudio son:

- Alcaldía auxiliar
- Escuela
- Iglesia católica
- Salón artesanal
- Bodega de la Comunidad

Todas estas cuentan con servicios de agua, drenaje, y energía eléctrica.

En la Tabla XI, se detallan los servicios básicos con que cuentan los pobladores de la Colonia en la actualidad.

Tabla XI. Datos sobre servicios básicos sobre la comunidad

Núm.	Servicios básicos						
	Luz	Agua	Drenaje	Letrina	Serv. Sanit.	Estufa	Teléfono
1	1	1	1	1		1	
2	1	1	1	1		1	
3							
4	1	1	1		1	1	
5	1	1	1	1		1	
6	1	1	1	1		1	
7							
8	1	1	1		1	1	
9	1	1	1		1	1	
10							
11	1	1	1	1		1	
12	1	1	1	1		1	
13	1	1	1		1	1	
14							
15							
16	1	1	1	1		1	
17	1	1	1	1		1	
18	1	1	1		1	1	
19	1	1	1	1		1	
20	1	1	1	1		1	
21	1	1	1	1		1	
22							
23	1	1	1	1		1	
24	1	1	1	1		1	
25	1	1	1		1	1	
26	1	1	1	1		1	
27	1	1	1		1	1	
28	1	1	1	1		1	
29							
30	1	1	1	1		1	
31	1	1	1	1		1	

Continuación

Núm.	Servicios básicos						
	Luz	Agua	Drenaje	Letrina	Serv. Sani	Estufa	Teléfono
32	1	1	1		1	1	
33	1	1	1	1		1	
34							
35	1	1	1		1	1	
36	1	1	1		1	1	
37							
38	1	1	1	1		1	
39	1	1	1	1		1	
40							
41	1	1	1		1	1	
42	1	1	1		1	1	
43	1	1	1	1		1	
44	1	1	1		1	1	
45	1	1	1	1		1	
46	1	1	1		1	1	
47	1	1	1		1	1	
48							
49	1	1	1		1	1	
50	1	1	1	1		1	
51	1	1	1		1	1	
52	1	1	1	1		1	
53	1	1	1		1	1	
54	1	1	1	1		1	
55	1	1	1	1		1	
56							
57							
58	1	1	1	1		1	
59	1	1	1	1		1	
60							
61	1	1	1	1		1	
62	1	1	1	1		1	
63	1	1	1	1		1	

Continuación

Núm.	Servicios básicos						
	Luz	Agua	Drenaje	Letrina	Serv. Sani	Estufa	Teléfono
64	1	1	1	1		1	
65	1	1	1	1		1	
66	1	1	1	1		1	
67	1	1	1	1		1	
68	1	1	1	1		1	
69	1	1	1		1	1	
70	1	1	1	1		1	
71	1	1	1		1	1	
72	1	1	1	1		1	
73	1	1	1	1		1	
74	1	1	1		1	1	
75	1	1	1		1	1	
76	1	1	1	1		1	
77	1	1	1	1		1	
78	1	1	1	1		1	
79	1	1	1		1	1	
80	1	1	1	1		1	
81	1	1	1		1	1	
82							
83	1	1	1	1		1	
84	1	1	1	1		1	
85	1	1	1	1		1	
86	1	1	1	1		1	
87							
88	1	1	1	1		1	
89	1	1	1	1		1	
90	1	1	1	1		1	
91	1	1	1		1	1	
92							
93							
94	1	1	1	1		1	
95							
96	1	1	1	1		1	

Continuación

Núm.	Servicios básicos						
	Luz	Agua	Drenaje	Letrina	Serv. San	Estufa	Teléfono
97	1	1	1		1	1	
98	1	1	1	1		1	
99	1	1	1	1		1	
100	1	1	1	1		1	
101	1	1	1	1		1	
102	1	1	1	1		1	1
103	1	1	1		1	1	1
104	1	1	1		1	1	1
105	1	1	1		1	1	
106	1	1	1		1	1	
107	1	1	1		1	1	
108							
109	1	1	1		1	1	
110	1	1	1	1		1	1
111							
112							
113	1	1	1	1		1	1
114	1	1	1	1		1	
115	1	1	1	1		1	
116	1	1	1	1		1	
117	1	1	1	1		1	
118	1	1	1	1		1	
119	1	1	1		1	1	
120	1	1	1		1	1	
121	1	1	1	1		1	
122	1	1	1	1		1	
123	1	1	1	1		1	
124	1	1	1	1		1	
125	1	1	1	1		1	
126	1	1	1	1		1	
127	1	1	1	1		1	
128							

Continuación

Núm.	Servicios básicos						
	Luz	Agua	Drenaje	Letrina	Serv. San	Estufa	Teléfono
129	1	1	1	1		1	
130	1	1	1	1		1	
131	1	1	1	1		1	
132	1	1	1	1		1	
133	1	1	1	1		1	
134	1	1	1		1	1	
135	1	1	1	1		1	
136	1	1	1	1		1	
137							
138							
139	1	1	1	1		1	
140	1	1	1	1		1	
141	1	1	1	1		1	
142	1	1	1	1		1	
143	1	1	1	1		1	
144	1	1	1	1		1	
145							
146	1	1	1		1	1	
147	1	1	1	1		1	
148	1	1	1	1		1	
149	1	1	1		1	1	
150	1	1	1	1		1	
151	1	1	1	1		1	
152	1	1	1	1		1	
153	1	1	1		1	1	
154	1	1	1	1		1	
155	1	1	1	1		1	
156	1	1	1	1		1	
157	1	1	1	1		1	
158	1	1	1		1	1	
159	1	1	1	1		1	

Continuación

Núm.	Servicios básicos						
	Luz	Agua	Drenaje	Letrina	Serv. San	Estufa	Teléfono
160	1	1	1	1		1	
161							
162	1	1	1	1		1	
163	1	1	1	1		1	
164	1	1	1	1		1	
165	1	1	1		1	1	
166	1	1	1	1		1	
167	1	1	1	1		1	
168	1	1	1	1		1	
169	1	1	1	1		1	
170	1	1	1		1	1	
171	1	1	1	1		1	
172	1	1	1	1		1	
173	1	1	1	1		1	
174	1	1	1	1		1	
175	1	1	1	1		1	
176	1	1	1	1		1	
177	1	1	1	1		1	
178							
179							
180	1	1	1	1		1	
181	1	1	1	1		1	
Total	152	152	152	111	41	152	5

La participación comunitaria se ve reflejada en todos y cada uno de los servicios que los pobladores de la Colonia María Tecún han obtenido, esto se

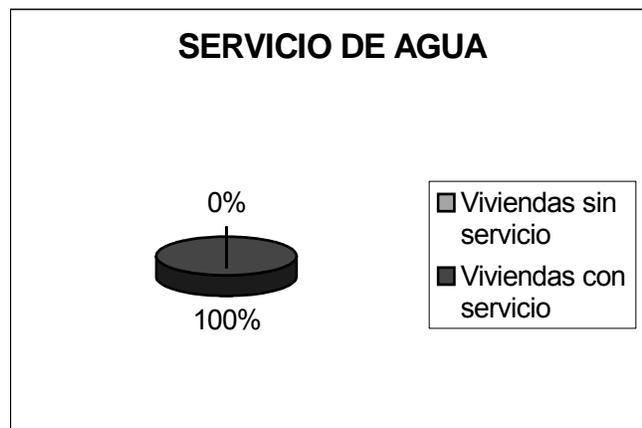
debe a la conciencia que han adquirido sus habitantes sobre un desarrollo integral.

De la Tabla XII y Figura 9, se ve reflejado que las 152 viviendas cuentan con servicio de agua potable.

Tabla XII. Resumen de datos sobre el servicio de agua

Servicio de Agua	Cantidad	Porcentaje
Viviendas sin servicio	0	0
Viviendas con servicio	152	100
Total de viviendas	152	100

Figura 9. Servicio de agua



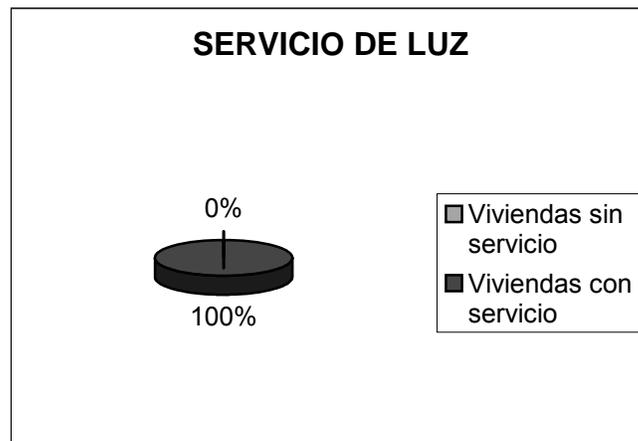
A lo largo de 34 años los pobladores han logrado que el servicio de energía eléctrica esté en cada una de las viviendas de la Comunidad, dato que

se ve reflejado en la Tabla XIII y Figura 10. Adicionalmente cuentan con el servicio del alumbrado público.

Tabla XIII. Resumen de datos sobre el servicio de luz

Servicio de luz	Cantidad	Porcentaje
Viviendas sin servicio	0	0
Viviendas con servicio	152	100
Total de viviendas	152	100

Figura 10. Servicio de luz



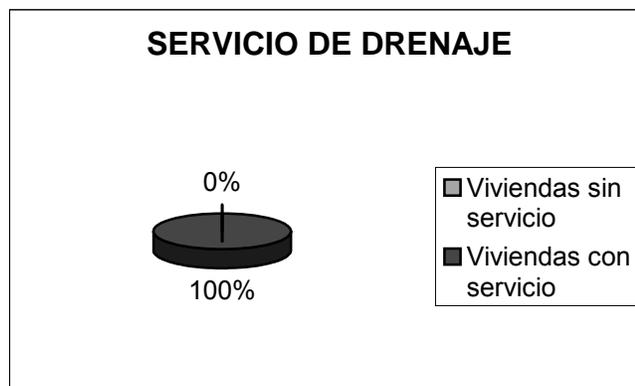
En la actualidad la Colonia cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, con su respectiva planta de tratamiento de aguas residuales. El proyecto comprendió la construcción de 152 candelas, ramales principales y pozos de visita.

Lo anterior se ve reflejado en los datos expresados en la Tabla XIV, y la Figura 11.

Tabla XIV. Resumen de datos sobre el servicio de drenaje

Servicio de drenaje	Cantidad	Porcentaje
Viviendas sin servicio	0	0
Viviendas con servicio	152	100
Total de viviendas	152	100

Figura 11. Servicio de drenaje



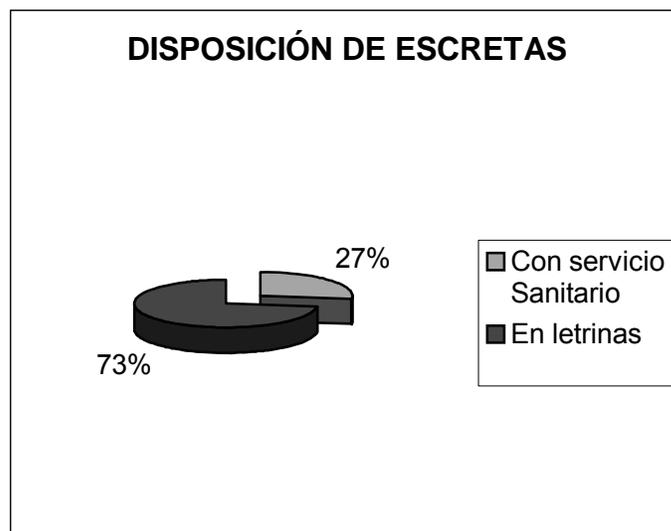
La Comunidad cuenta con un alcantarillado sanitario, el cual es relativamente nuevo, por lo que al realizar el estudio, se comprobó la forma en que los habitantes de la Colonia realizan su disposición de excretas, a través de éste es de un 27%, y el 73% restante lo realizan a través de letrinas.

La Tabla XV y la Figura 12 representan los datos sobre la disposición de escretas.

Tabla XV. Resumen de datos sobre la disposición de escretas

Disposición de escretas	Cantidad	Porcentaje
Con servicio sanitario	41	27
En letrinas	111	73
Total de viviendas	152	100

Figura 12. Disposición de escretas



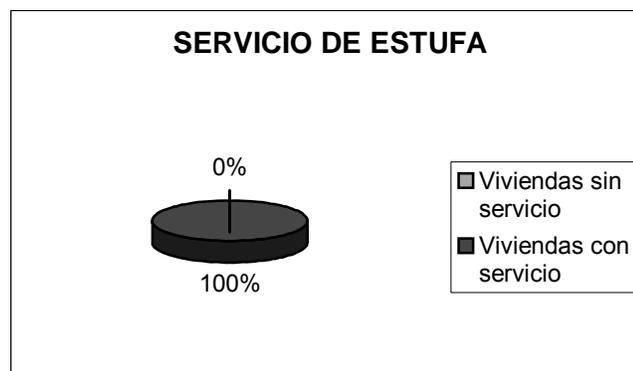
La forma actual para la cocción de alimentos de los pobladores de la Colonia es a través de estufas de leña, sin embargo, existen algunos pobladores que ya utilizan estufas de gas.

En la tabla XVI y Figura 13, se representan los datos sobre servicio de estufa.

Tabla XVI. Resumen de datos sobre el servicio de estufa

Servicio de estufa	Cantidad	Porcentaje
Viviendas sin servicio	0	0
Viviendas con servicio	152	100
Total de viviendas	152	100

Figura 13. Servicio de estufa

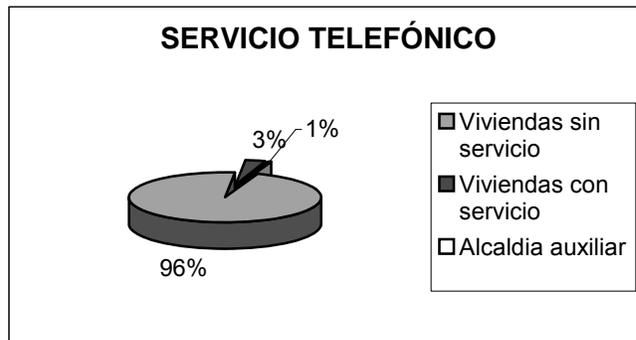


El desarrollo de las telecomunicaciones ha permitido que una comunidad como esta obtenga servicios de telefonía celular, en la Tabla XVII y Figura 14 se observa que el 3% han tenido ya acceso a la telefonía. Adicionalmente la Alcaldía Auxiliar ha puesto a disposición de los pobladores un servicio telefónico comunitario.

Tabla XVII. Resumen de datos sobre el servicio telefónico

Servicio Telefónico	Cantidad	Porcentaje
Viviendas sin servicio	147	96
Viviendas con servicio	5	3
Alcaldía auxiliar	1	1
Total de viviendas	153	100

Figura 14. Servicio telefónico



2.2. Resultado del muestreo general de los residuos sólidos de Colonia María Tecún

El conocimiento sobre cantidad y características de los residuos sólidos generados por una población determinada, es fundamental para la evaluación de alternativas sobre manejo de los residuos sólidos.

Para poder determinar la cantidad que produce la Colonia María Tecún fue necesario realizar un estudio de caracterización sobre los residuos sólidos.

El primer paso fue definir el origen de los residuos sólidos producidos por la Colonia, basándose en los resultados del censo poblacional y vivienda se

concluyó: los residuos sólidos provienen de las viviendas y de actividades industriales.

Adicionalmente se consideró pertinente clasificarlos por su composición química, considerándoles como orgánico e inorgánico⁴.

El segundo paso consistió en determinar el número de viviendas e industrias a ser monitoreadas, para establecer la cantidad y composición de sus residuos sólidos. Para tal efecto se seleccionó a cuatro viviendas y tres industrias.

El tercer paso consistió en establecer el período de observación sobre la producción de residuos sólidos, el cual se realizó durante días continuos. Por otra parte, el cuarto paso fue proporcionar a las viviendas e industrias sujetas a estudio, los recipientes para el llenado de los residuos.

Se consideró pertinente utilizar bolsas plásticas de dos colores: una blanca para los residuos orgánicos y una negra para lo inorgánico. La propuesta de utilizar bolsas para la recolección de las muestras, se debió a que presentan ventajas como: practicidad en el manipuleo y costos bajos para su adquisición.

4

Ver punto 1.2.4. del Capítulo I.

El quinto paso consistió en asesorar a los ocupantes sobre cómo seleccionar en origen los residuos sólidos, para poder clasificarlos en orgánicos e inorgánicos.

Luego de haber concluido el procedimiento anterior, se realizó la toma de muestras tanto para viviendas, como para las industrias.

El equipo utilizado para la toma de muestras fue el siguiente:

- Recipientes para el vertido de los residuos sólidos (bolsas plásticas blancas y negras)
- Vehículo para la recolección de las muestras
- Balanza para determinar el peso de los R. S.⁵
- Equipo de protección para el manipuleo (guantes, mascarilla, pala y carretas)

En la Tabla XVIII, se muestran los datos obtenidos sobre los residuos sólidos producidos en viviendas durante la muestra. En la Tabla XIX, se muestran los datos de los residuos sólidos producidos en industrias de María Tecún. Y en la Tabla XX, se muestra el resumen de las dos tablas anteriores.

⁵

Para términos prácticos R. S. Se utilizará para designar a los residuos sólidos.

Tabla XVIII. Cuantificación del muestreo de los residuos sólidos domiciliarios de Colonia María Tecún, Sololá

D A	RESIDUO	U	VIVIENDAS				Sub total
			C-1	C-2	C-3	C-4	
Lunes	Orgánico	Kg	0.000	1.580	0.640	0.760	2.980
	Inorgánico	Kg	0.000	1.900	1.340	0.090	3.330
	Subtotal	Kg	0.000	3.480	1.980	0.850	6.310
Martes	Orgánico	Kg	2.280	2.280	1.760	0.290	6.610
	Inorgánico	Kg	1.430	2.950	0.340	0.050	4.770
	Subtotal	Kg	3.710	5.230	2.100	0.340	11.380
Miérc.	Orgánico	Kg	4.320	1.350	3.380	1.875	10.925
	Inorgánico	Kg	11.200	0.625	1.840	0.590	14.255
	Subtotal	Kg	15.520	1.975	5.220	2.465	25.180
Jueves	Orgánico	Kg	3.140	1.940	1.150	0.090	6.320
	Inorgánico	Kg	0.920	1.090	1.675	0.075	3.760
	Subtotal	Kg	4.060	3.030	2.825	0.165	10.080
Viernes	Orgánico	Kg	0.590	1.620	1.960	1.250	5.420
	Inorgánico	Kg	3.250	0.570	0.575	0.625	5.020
	Subtotal	Kg	3.840	2.190	2.535	1.875	10.440
Sábado	Orgánico	Kg	1.770	1.620	2.120	0.430	5.940
	Inorgánico	Kg	1.440	2.910	0.000	0.290	4.640
	Subtotal	Kg	3.210	4.530	2.120	0.720	10.580
Domin.	Orgánico	Kg	3.290	0.690	2.670	0.360	7.010
	Inorgánico	Kg	0.820	1.300	0.520	0.220	2.860
	Subtotal	Kg	4.110	1.990	3.190	0.580	9.870
Acumu lado	Total orgánico	Kg	15.390	11.080	13.680	5.055	45.205
	Total inorgánico	Kg	19.060	11.345	6.290	1.940	38.635

	Total general	Kg	34.450	22.425	19.970	6.995	83.840
--	----------------------	-----------	---------------	---------------	---------------	--------------	---------------

Tabla XIX. Cuantificación del muestreo de los residuos sólidos en industrias de Colonia María Tecún

D Í A	RESIDUO	U	Industrias			Sub total
			I-1	I-2	I-3	
Lunes	Orgánico	Kg	1.750	0.270	0.000	2.020
	Inorgánico	Kg	0.250	1.540	12.120	13.910
	Subtotal	Kg	2.000	1.810	12.120	15.930
Martes	Orgánico	Kg	1.000	0.340	0.000	1.340
	Inorgánico	Kg	0.000	2.520	13.570	16.090
	Subtotal	Kg	1.000	2.860	13.570	17.430
Miérc.	Orgánico	Kg	2.500	0.600	0.00	3.100
	Inorgánico	Kg	0.120	2.790	13.4000	16.310
	Subtotal	Kg	2.620	3.390	13.400	19.410
Jueves	Orgánico	Kg	2.675	0.450	0.000	3.125
	Inorgánico	Kg	0.120	1.400	10.500	12.020
	Subtotal	Kg	2.795	1.850	10.500	15.145
Viernes	Orgánico	Kg	2.150	0.300	0.000	2.450
	Inorgánico	Kg	0.120	3.550	9.500	13.170
	Subtotal	Kg	2.270	3.850	9.500	15.620
Sábado	Orgánico	Kg	0.550	0.420	0.000	0.970
	Inorgánico	Kg	0.145	0.720	11.800	12.665
	Subtotal	Kg	0.695	1.140	11.800	13.635
Domin.	Orgánico	Kg	2.090	0.310	0.000	2.400
	Inorgánico	Kg	0.145	1.080	11.800	13.025
	Subtotal	Kg	2.235	1.390	11.800	15.425
Acumu lado	Total orgánico	Kg	12.715	2.690	0.000	15.405
	Total inorgánico	Kg	0.900	13.600	82.690	97.190

	Total general	Kg	13.615	16.290	82.690	112.595
--	----------------------	----	---------------	---------------	---------------	----------------

Tabla XX. Cuantificación general del muestreo de los residuos sólidos en Colonia María Tecún

D Í A	RESIDUO	U	Sub Total vivienda	Sub total indus- trias	Total General
Lunes	Orgánico	Kg	2.980	2.020	5.000
	Inorgánico	Kg	3.330	13.910	17.240
	Subtotal	Kg	6.310	15.930	22.240
Martes	Orgánico	Kg	6.610	1.340	7.950
	Inorgánico	Kg	4.770	16.090	20.860
	Subtotal	Kg	11.380	17.430	28.810
Miérc.	Orgánico	Kg	10.925	3.100	14.025
	Inorgánico	Kg	14.255	16.310	30.565
	Subtotal	Kg	25.180	19.410	44.590
Jueves	Orgánico	Kg	6.320	3.125	9.445
	Inorgánico	Kg	3.760	12.020	15.780
	Subtotal	Kg	10.080	15.145	25.225
Viernes	Orgánico	Kg	5.420	2.450	7.870
	Inorgánico	Kg	5.020	13.170	18.190
	Subtotal	Kg	10.440	15.620	26.060
Sábado	Orgánico	Kg	5.940	0.970	6.910
	Inorgánico	Kg	4.640	12.665	17.305
	Subtotal	Kg	10.580	13.635	24.215
Domin.	Orgánico	Kg	7.010	2.400	9.410
	Inorgánico	Kg	2.860	13.025	15.885
	Subtotal	Kg	9.870	15.425	25.295
Acumu lado	Total orgánico	Kg	45.205	15.405	60.610
	Total inorgánico	Kg	38.635	97.190	135.825

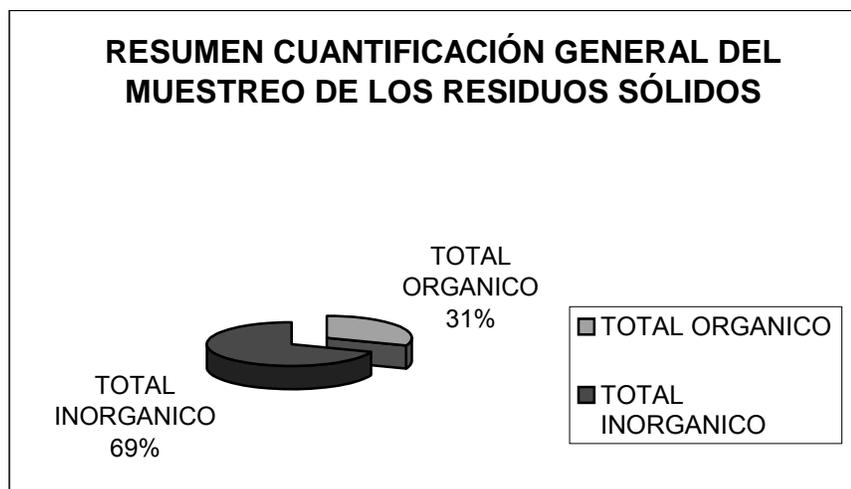
	Total general	Kg	83.840	112.595	196.435
--	----------------------	-----------	---------------	----------------	----------------

A continuación se presentan los resultados de la cuantificación general del muestreo de los R. S. En la Tabla XXI y la Figura 15.

Tabla XXI. Resumen de la cuantificación general del muestreo de los R. S.

R. S.	Cantidad recolectada en kilogramos	Porcentajes
Total Orgánico	60.610	31
Total Inorgánico	135.825	69
TOTAL	196.435	100

Figura 15. Resumen cuantificación general de los residuos sólidos



2.3. Resultados de la clasificación y composición de residuos sólidos

Nuestra propensión a producir y desechar cada vez más, ha ido dificultando progresivamente la gestión eficaz del flujo de residuos sólidos. Para afrontar este reto debemos conocer la composición de nuestro flujo, ya que es la forma a través de la cual se podrá planificar una evacuación ambiental correcta.

Al conocer la cantidad y composición del flujo de residuos sólidos producidos por la Colonia, se seleccionará la tecnología más acorde para su disposición final.

Para el estudio de caracterización es importante definir las categorías de los residuos, y para tal efecto se utilizó el listado proporcionado en la tabla 1⁶.

⁶

Ver Tabla I (descripción por categoría para los componentes de los residuos). Capítulo I

Durante el estudio de caracterización se contó con el apoyo del Comité pro-mejoramiento para el manipuleo de las muestras en la recolección, el pesaje, la selección y clasificación por componentes de los residuos sólidos.

Al iniciar el proceso los residuos se clasificaron según su origen y clase de generador, luego la selección por componentes se realizó en forma manual, posteriormente, se calculó la fracción en peso para cada uno de ellos. Este procedimiento se repitió durante el período determinado para la caracterización.

La Tabla XXII, muestra la cantidad de los residuos sólidos domésticos, clasificados en orgánicos e inorgánicos al momento de la recolección. Mientras que la Tabla XXIII, presenta la composición de los residuos sólidos domésticos.

Tabla XXII. Cantidad de los residuos sólidos domésticos

CANTIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS							
DÍA / RECOLECCIÓN DE R. S.	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
No. De viviendas	4	4	4	4	4	4	4
Bolsas blancas	3	4	4	4	4	4	4
Bolsas negras	3	4	4	4	4	4	4
Total Kg. de basura	6.310	11.380	25.180	10.080	10.440	10.580	9.870
Residuo orgánico Kg.	2.980	6.610	10.925	6.320	5.420	5.940	7.010
Residuo inorgánico Kg.	3.330	4.770	14.255	3.760	5.020	4.640	2.860
Residuos promedio por vivienda o familia.	1.578	2.845	6.295	2.520	2.610	2.645	2.468

Promedio de residuo persona/día	0.267	0.481	1.065	0.426	0.441	0.447	0.417
---------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla XXIII. Composición de los residuos sólidos domésticos

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS														
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
R. S.	KG.	%	KG.	%	KG.	%	KG.	%	KG.	%	KG.	%	KG.	%
Papel mezclad	0.290	4.60	0.870	7.64	0.770	3.06	0.450	4.46	0.625	5.99	0.240	2.27	0.830	8.41
Plástico	0.240	3.80	0.330	2.90	1.225	4.86	0.950	9.42	1.730	16.57	1.210	11.44	0.560	5.67
Otros orgánicos y combustible	0.000	0.00	0.000	0.00	0.100	0.40	0.350	3.47	0.050	0.48	0.140	1.32	0.040	0.41
Vidrio	0.550	8.72	0.200	1.76	0.825	3.28	0.400	3.97	0.450	4.31	0.000	0.00	0.500	5.07
Aluminio	0.170	2.69	0.180	1.58	0.550	2.18	0.155	1.54	0.140	1.34	0.220	2.08	0.140	1.41
Papel periódico	0.000	0.00	0.000	0.00	0.112	0.45	0.000	0.00	0.000	0.00	0.140	1.32	0.000	0.00
Metal	0.010	0.16	0.000	0.00	0.000	0.00	0.350	3.47	0.130	1.24	0.000	0.00	0.000	0.00

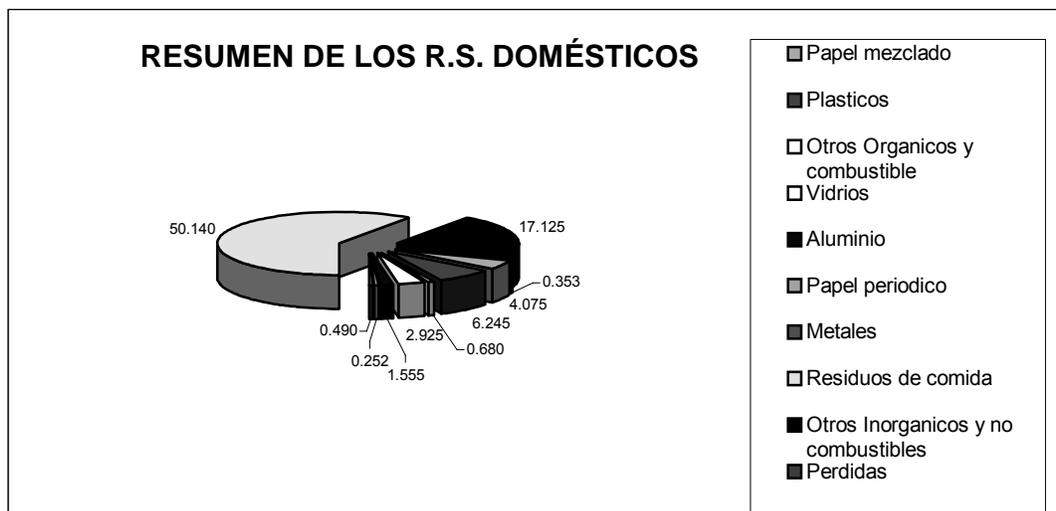
Residuos de comida	3.575	56.66	5.660	49.74	15.37	61.04	6.250	62.01	6.535	62.60	6.260	59.17	6.490	65.7
Otros inorgánicos, combustibles	1.465	23.21	4.050	35.59	6.180	24.54	1.150	11.41	0.650	6.22	2.360	22.31	1.270	12.87
Pérdida	0.010	0.16	0.090	0.79	0.048	0.19	0.025	0.25	0.130	1.25	0.010	0.09	0.040	0.41
Total	6.310	100.00	11.380	100.00	25.180	100.00	10.080	100.00	10.440	100.00	10.580	100.00	9.870	100.00

En la Tabla XXIV, y Figura 16 se representan en resumen de la clasificación y composición de los residuos sólidos domésticos.

Tabla XXIV. Resumen de composición de R. S. domésticos

Composición de R. S. domésticos	Cantidad en Kg.	Porcentaje
Papel mezclado	4.075	4.86
Plásticos	6.245	7.45
Otros orgánicos y combustible	0.680	0.81
Vidrios	2.925	3.49
Aluminio	1.555	1.86
Papel periódico	0.252	0.30
Metales	0.490	0.58
Residuos de comida	50.140	59.80
Otros inorgánicos y no combustibles	17.125	20.43
Perdidas	0.353	0.42
TOTAL	83.840	100.00

Figura 16. Resumen de R. S. domésticos



La Tabla XXV, muestra la cantidad de los residuos sólidos industriales, clasificados en orgánicos e inorgánicos al momento de la recolección. Mientras que la Tabla XXVI, presenta la composición de los residuos sólidos industriales.

Tabla XXV. Cantidad de los residuos sólidos en industrias

CANTIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN INDUSTRIAS							
DÍA / RECOLECCIÓN DE R. S.	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMIN.
Industrias	3	3	3	3	3	3	3
Bolsas blancas	2	2	2	2	2	2	2
Bolsas negras	3	3	3	3	3	3	3
Total Kg, de basura	15.930	17.430	19.410	15.145	15.620	13.635	15.425
Residuo orgánico Kg	2.020	1.340	3.100	3.125	2.450	0.970	2.400
Residuo inorgánico Kg.	13.910	16.090	16.310	12.020	13.170	12.665	13.025
Residuo promedio por industria	5.310	5.810	6.470	5.048	5.207	4.545	5.142
Promedio de residuo persona / día	0.898	0.983	1.094	0.854	0.881	0.769	0.870

Tabla XXVI. Clasificación de los residuos sólidos en industrias

D I A	R.S.		Papel Mez Clado	Plás - Tico	Otro orgá nicos	Alu- mi- Nio	Papel Perío- Dico	Me Tales	Resi- duos de co- Mida	Otro inor- gáni- cos	Hu- Le	Sin teti- Co	Ceni- Zas	Per- di- das	Total
	Kg.	%	Kg.	%	Kg.	%	Kg.	%	Kg.	%	Kg.	%	Kg.	%	Kg.
Lunes			0.120	0.760	0.000	0.170	0.000	0.000	0.695	0.255	0.530	0.200	12.660	0.200	15.930
Martes			0.75	4.77	0.00	1.07	0.00	0.00	4.36	1.60	3.33	1.26	79.47	1.26	100.00
Miérc.			0.350	0.050	0.000	0.020	0.000	0.000	0.250	0.450	1.960	0.250	13.570	0.470	17.430
Jueves			2.01	0.29	0.00	0.12	0.00	0.00	1.43	2.58	11.25	1.43	77.85	2.70	100.00
Viernes			0.500	0.200	0.010	0.000	0.000	0.000	0.480	0.410	1.960	2.225	13.400	0.225	19.410
Sábado			2.58	1.03	0.05	0.00	0.00	0.00	2.47	2.11	10.10	11.46	69.04	1.16	100.00
Domingo			0.460	0.390	0.005	0.015	0.000	0.000	0.690	0.480	0.440	0.890	11.500	0.275	15.145
			3.04	2.58	0.03	0.10	0.00	0.00	4.55	3.17	2.90	5.88	75.93	1.82	100.00
			0.350	0.50	0.025	0.000	0.000	0.000	0.275	0.320	3.500	0.010	10.750	0.340	15.620
			2.24	0.32	0.16	0.00	0.00	0.00	1.76	2.05	22.41	0.06	68.82	2.18	100.00
			0.450	0.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.590	0.000	0.000	0.600	11.770	0.015	13.635
			3.30	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	4.33	0.00	0.00	4.40	86.52	0.11	100.00
			0.000	0.640	0.000	0.000	0.000	0.000	1.620	0.450	0.140	0.490	11.800	0.285	15.425
			0.00	4.15	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	2.92	0.91	3.18	76.50	1.84	100.00

OBSERVACIONES:
 Para este caso se estudiaron tres industrias artesanales: (1) panaderías, (1) fábrica de sandalias y (1) fabrica de jabón.
 En el caso de la fábrica de jabón se optó por incluirla debido a que hay varias familias que se dedican a esta actividad y los desechos generan cenizas, en cantidades significativas.
 Algunos desechos no reciclables se dividieron en categorías específicas debido a la gran cantidad de residuos que se encontraron durante la clasificación.

En la Tabla XXVII, y la Figura 17, se presentan el resumen de la clasificación y composición de los residuos sólidos industriales.

Tabla XXVII. Resumen de la composición de los R. S. industriales

Composición de los R. S. industriales	Cantidad en Kg.	Porcentaje
Papel mezclado	2.230	1.98
Plásticos	2.300	2.04
Otros orgánicos y combustible	0.040	0.04
Vidrios	0.400	0.35
Aluminio	0.205	0.18
Papel periódico	0.000	0.00
Metales	0.000	0.00
Residuos de comida	4.600	4.08
Otros inorgánicos y no combustibles	2.365	2.10
Hule	8.530	7.57
Sintéticos	4.665	4.15
Cenizas	85.450	75.90
Perdidas	1.810	1.61
TOTAL	112.595	100.00

Figura 17. Resumen de R. S. industriales

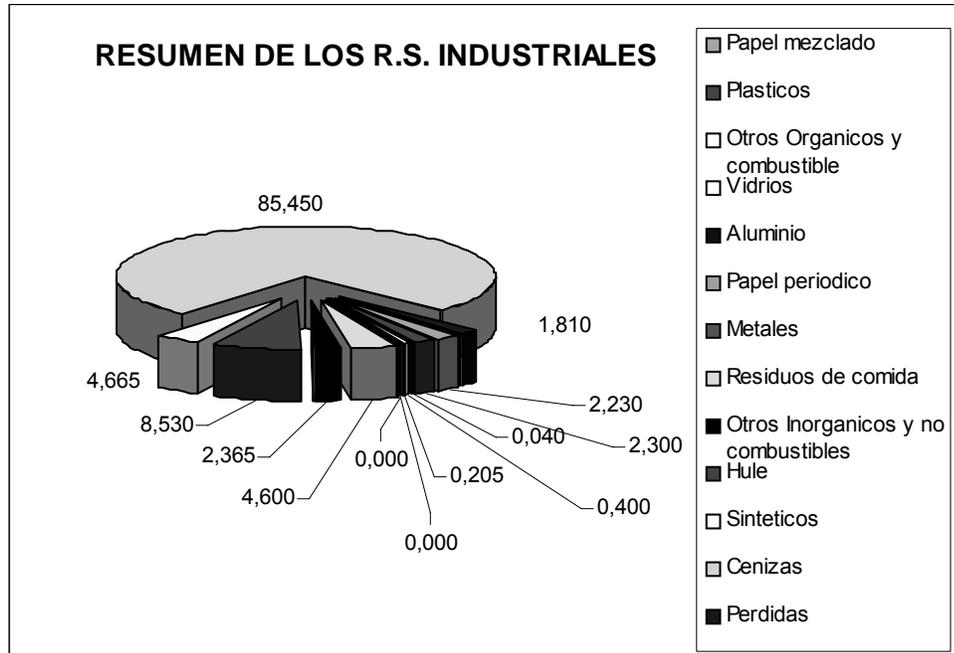


Tabla XXVIII. Resumen global de la composición de los R. S.

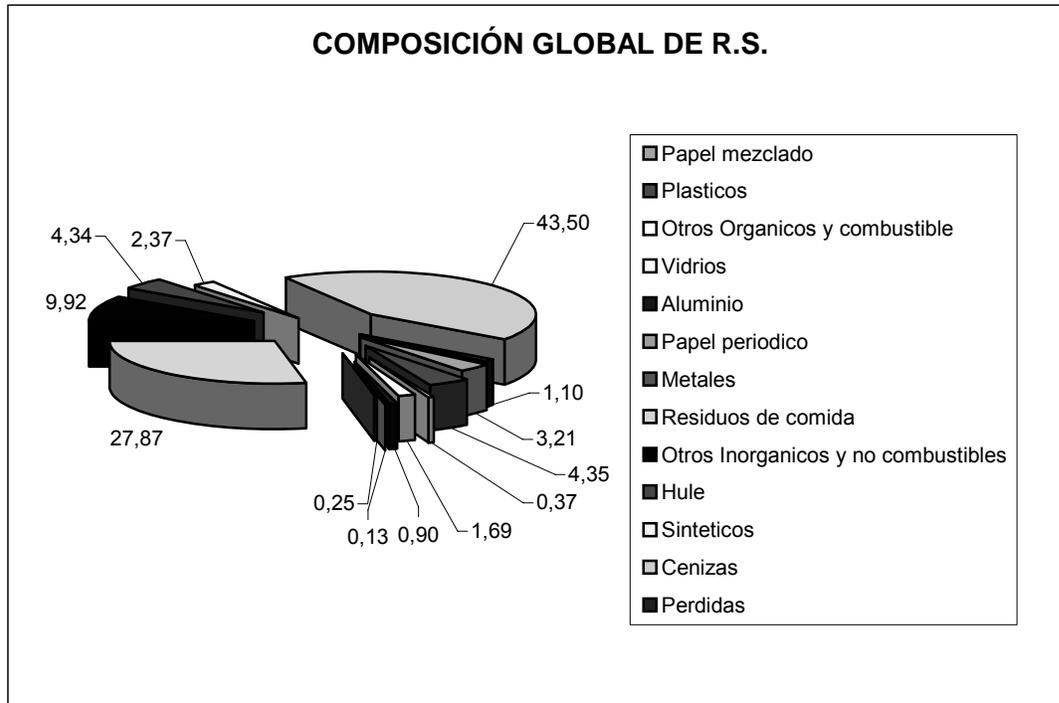
Composición de R. S.	Cantidad en Kg	Cantidad en kg	Total R. S.	Porcentaje
Papel mezclado	4.075	2.230	6.305	3.21
Plásticos	6.245	2.300	8.545	4.35
Otros orgánicos y Combustibles	0.680	0.040	0.720	0.37
Vidrios	2.925	0.400	3.325	1.69
Aluminio	1.555	0.205	1.760	0.90
Papel periódico	0.252	0.000	0.252	0.13
Metales	0.490	0.000	0.490	0.25
Residuos de comida	50.140	4.600	54.740	27.87
Otros inorgánicos y no Combustibles	17.125	2.365	19.490	9.92
Hule	0.000	8.530	8.530	4.34

Continuación

Composición de los R. S.	Cantidad en Kg.	Cantidad en Kg.	Total R. S.	Porcentaje
Sintéticos	0.000	4.665	4.665	2.37
Cenizas	0.000	85.450	85.450	43.50
Perdidas	0.353	1.810	2.163	1.10
TOTAL	83.840	112.595	196.435	100.00

En la Tabla XXVIII, se presenta un resumen de los datos de composición de los residuos sólidos. Mientras que en la Figura 18 se visualizan los mismos.

Figura 18. Composición global de los R. S.



La información consignada con anterioridad corresponde a los datos obtenidos en el estudio de caracterización, de la cual podemos concluir:

El promedio de residuos sólidos domésticos es de 0.506 Kg/persona/día. Y 2.99 Kg/familia/día.

El promedio de residuos sólidos industriales es de 0.907 Kg/persona/día. Y 5.36 Kg/industria/día.

En la Tabla XXIX, se determina la producción total de R. S. de la Colonia María Tecún, tomados a partir de su fuente de generación por día y por semana.

Tabla XXIX. Producción total de residuos sólidos

Generador	Producción	Núm. de usuarios	Cantidad Total	
			Por día kg.	Por semana kg.
Doméstico	0.506 kg/habitante/día	899	454.894	3184.258
Industrial	5.36 kg/industria/día	12	64.320	450.240
			519.214	3634.498

De la Tabla anterior se concluye que la producción total de residuos sólidos por día en la Comunidad es de 519.214 kg. y durante una semana es de 3634.498 kg.

3. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN MARÍA TECÚN

3.1. Importancia del adecuado manejo de los residuos sólidos

Los primeros seres humanos no tenían una estrategia sobre el manejo de los residuos sólidos en sí, sencillamente porque la existencia de los cazadores-recolectores no lo requerían, por el simple hecho de no permanecer en un lugar el tiempo suficiente como para acumular una cantidad de residuos importantes.

Sin embargo, cuando los seres humanos empezaron a asentarse en comunidades permanentes, con mayor concentración de individuos y de actividades generando residuos, se puso de manifiesto entonces la necesidad de una gestión de los residuos.

El rápido crecimiento de la población, el gran incremento del conocimiento científico acerca del ambiente y más tarde el concepto de recursos limitados se combinaron para dar una oportunidad real al examen de la naturaleza perjudicial de las prácticas de evacuación de los residuos sólidos.

Al considerar los impactos a largo plazo de la contaminación de los sistemas ambientales como el Lítico, Edáfico, e Hídrico, provocada por

sustancias dañinas, depositadas en el ambiente mediante vertidos o descargas de residuos en forma indiscriminada y sin control, (Ver Figura 29), por lo que se hace necesario la interacción de los seres humanos con el medio ambiente.

Con la intención de preservar la estrecha relación que existe entre el medio ambiente y los seres humanos, se plantea la necesidad de efectuar un manejo de los residuos sólidos producidos por los pobladores de Colonia María Tecún.

3.2. Procesamiento de los residuos sólidos

La finalidad básica de la gestión para el procesamiento de los residuos sólidos en una comunidad es preservar la salud de sus pobladores.

Los impactos ambientales negativos que se generan por una mala disposición de los residuos sólidos son variados, de estos valores adversos que afectan la forma de vida de los pobladores se hace necesario tomar acciones que permitan una mejor salud en un ambiente sano.

Para un buen manejo de los residuos sólidos, se deben considerar varios aspectos dentro de los cuales podemos mencionar:

- Almacenamiento

- Recolección y transporte
- Procesamiento
- Disposición final

El procesamiento y la disposición final serán desarrollados más adelante en este mismo capítulo.

Para poder implementar un manejo de R. S. es primordial establecer quién será el administrador de todo el proceso. Al revisar y evaluar la información consignada en el capítulo dos, se vislumbra la capacidad de gestión que la Colonia ha adquirido a través de sus pobladores en la adopción de servicios inherentes a centros urbanos, pese a ser esta una comunidad rural.

Conscientes sobre la participación comunitaria, es fundamental para el desarrollo de los pobladores, ya que se han comprometido en participar y desarrollar con ahínco el manejo de los residuos sólidos. Al involucrar a sus pobladores se pretende la auto-sostenibilidad.

Los pobladores han considerado que la administración sobre el manejo de los residuos sólidos será una responsabilidad de la Comunidad, y coordinada por su Comité Pro-mejoramiento.

3.2.1. Almacenamiento

El almacenamiento inadecuado de los residuos sólidos es un medio propicio para la reproducción de ratas, moscas y zancudos, por lo tanto es de especial importancia.

El adecuado almacenamiento de los residuos sólidos es responsabilidad de quien la produce, en este caso en particular comprende a los habitantes de la Colonia María Tecún.

El almacenamiento comprende todas las operaciones que realiza el generador de los residuos sólidos, es decir, la acción de retener los mismos en tanto son recolectados.

Desde el estudio de caracterización se planteó la necesidad de separar los residuos sólidos desde el origen en dos categorías: en orgánicos e inorgánicos.

De los resultados consignados en la sección 2.2 del capítulo 2, se estableció que de la producción total, el 30.85% corresponde a los residuos sólidos orgánicos, y el 69.15% corresponde a los residuos sólidos inorgánicos.

El compromiso de los pobladores será: separar desde el momento de la generación los residuos sólidos en las dos categorías descritas anteriormente.

Los beneficiarios deben contar con dos recipientes similares para el vertido de los residuos sólidos producidos dentro de las viviendas. Estos recipientes o depósitos deben cumplir los requisitos de salubridad (tener tapadera, evitar la corrosión, facilidad de limpieza) y ser cómodos para su manejo.

En la última década, en algunas ciudades alrededor del mundo, el almacenamiento de los residuos sólidos ha consistido en adicionar al recipiente una bolsa plástica, la cual está dentro del bote para que al momento de la recolección sea retirada, facilitando así el manipuleo de los residuos dentro de las viviendas hacia la acera.

En la búsqueda de una alternativa viable, que permita a los pobladores de la Colonia María Tecún, la extracción de sus residuos sólidos, se consideró necesario implementar el uso de bolsas plásticas de dos colores, permitiendo así que los beneficiarios realicen una separación en origen, asignando una bolsa de color blanco para los residuos sólidos orgánicos y una de color negro para los residuos sólidos inorgánicos.

3.2.2. Recolección y transporte

La recolección es el acto de extraer y transportar los residuos sólidos desde su punto de generación a un lugar de evacuación.

El estudio de caracterización indica el flujo de residuos producidos por Colonia María Tecún, los cuales se clasifican en dos: residuos sólidos domésticos y residuos sólidos industriales. En la Tabla XXX, se describe la forma en que estos serán recolectados.

Tabla XXX. Clasificación de residuos sólidos a ser recolectados

Residuos	Forma de recolección
Sólidos domésticos	En acera, por el tren de recolección, separados en origen como orgánicos e inorgánicos.
De pequeños establecimientos comerciales o industriales.	Se retiran junto a los R. S. domésticos.

Ya establecidos el flujo de los residuos a ser manejados, se delimitó el área donde funcionará el tren de recolección, siendo esta el 100% de la Comunidad.

En la Figura 28, se muestra el grado de urbanización que actualmente tiene Colonia María Tecún, en este se visualiza el número total de lotes planificados que corresponde a 234, sin embargo en la actualidad el número de lotes ocupados por las 181 familias es de 152.

Al inferir las alternativas que favorecerán las condiciones actuales y futuras, y debido a la concentración de vivienda de la Comunidad, se consideró práctico realizar la recolección de los residuos sólidos en acera. Esta se realizará a lo largo de toda la Comunidad.

Esta forma de recolección permitirá que luego del almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, se realice el procesamiento dentro de una instalación para la recuperación de residuos (I.R.R).

Se estimó que el vehículo recolector podrá recorrer el 84.16% de las calles, y el 15.84% no tiene acceso para el vehículo. En las Figuras 32, 33 y 34, se visualizan las calles donde se realizará esta actividad.

De la Tabla XXIX, del capítulo anterior se concluyó que la producción estimada de R. S. que en una semana se generará equivale a 3,634.498 kilogramos, por tal razón, se consideró que la frecuencia para la recolección deberá ser una vez a la semana. En la misma se observa que el día de mayor generación de residuos sólidos fue el día miércoles, por lo que se recomienda que la recolección se realice los días jueves.

Al evaluar los hábitos de los pobladores, se consideró que el horario recomendado para la recolección en acera debiera ser el de las primeras horas de la mañana, ya que los vecinos pueden sacar las bolsas que contienen los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Por ser la Colonia María Tecún una comunidad rural que dista 18 kilómetros de la cabecera departamental de Sololá, no cuenta con una administración municipal que realice esta actividad, por tal razón, serán los pobladores quienes se encarguen de su administración.

Dentro de los recursos disponibles, se cuenta con un tractor agrícola y un carretón, el que utilizan para el transporte de carga proveniente del área agrícola y forestal de la Comunidad. Este vehículo será utilizado para la recolección de los residuos sólidos.

El tractor tiene las siguientes características:

Marca	David Drown
Motor	Diesel de 4 cilindros
Tracción	trasera
Embrague	de 3 velocidades
Rendimiento	4 galones por 8 horas de funcionamiento

Y el carretón:

Estructura	metálica
Largo	4 metros
Ancho	2 metros
Alto	1.25 metros
Volumen	10 metros cúbicos
Altura de descarga	1.75 metros desde el suelo

En la Tabla XXXI, se describen las ventajas y desventajas que presenta este tipo de vehículo al ser utilizado dentro del proceso de recolección de residuos sólidos.

Tabla XXXI. Ventajas y desventajas del vehículo de recolección

Ventajas	Desventajas
Costo de adquisición Q 0.00	Difícil de maniobrar
Uso flexible	Operación mínima de dos personas
Costos de operación bajos	Baja capacidad en peso y volumen

3.3. Propuesta para la implantación del tren de recolección de los residuos sólidos de la Comunidad

Para la implantación del tren de recolección de residuos sólidos se debe tener en cuenta varios factores, dentro de ellos están: la densidad de población del área a servir, el grado de separación en origen, el volumen de recolección estimada, la composición esperada de los residuos, frecuencia con que se realizará la recolección, día y vehículo a utilizar.

Sin embargo, es importante considerar quién realizará la administración, el tiempo que se empleará para la recolección y en dónde.

Con anterioridad se estableció que el manejo de los residuos sólidos estará a cargo de los miembros de la Comunidad, sin embargo la administración la llevará el comité Pro-mejoramiento.

Para poder implantar un tren de recolección se evaluaron las siguientes alternativas:

- Que se atienda toda la población en forma sanitaria y con frecuencia adecuada.
- Aprovechamiento de toda la capacidad del vehículo de recolección.
- Que las rutas tengan un mínimo de recorridos improductivos, es decir, que haya pocos traslados, sin estar recogiendo residuos sólidos.
- Que el vehículo recolector pase varias veces por una misma calle.

Se determinó que la distancia a recorrer por el vehículo recolector (tractor) es de 3.725 kilómetros, y se estima que la velocidad a la que se desplazará será de 1.2 km/h lo cual indica, que en un tiempo de 3 horas y 6 minutos se pueden recolectar los residuos sólidos producidos por la Colonia María Tecún.

A continuación se presentan los cálculos que determinan la cantidad de residuos sólidos a recolectar por el vehículo destinado por la Comunidad.

De la Tabla XXIX, descrita en la sección 2.3, se obtiene que la producción total de la Colonia María Tecún en un día se estima en 519.214 kilogramos, y con los datos proporcionados anteriormente se determina lo siguiente:

$$H = P \times (6 / F)$$

Donde: H es igual a recolección estimada

P igual a producción diaria

F es la frecuencia de la recolección.

Y al sustituir valores se obtiene el siguiente resultado:

$$H = 519.241 \times (6/1) = 3,115.284 \text{ kg / semana.}$$

La cantidad de residuos sólidos que el vehículo puede recolectar es:

$$M = N \times C$$

$$C = V \times E \times G$$

Donde: N es igual a viajes durante la recolección

V es igual a volumen del carretón en metros cúbicos

E es igual a densidad de los residuos sólidos sueltos en kg/ metros cúbicos⁷.

G es igual al grado de compactación.

Y al sustituir valores se obtiene el siguiente resultado:

$$V = 4 \times 2 \times 1.25 = 10 \text{ mt}^3$$

$$C = 10 \times 250 \times 1 = 2,500 \text{ kg.}$$

$$M = 1 \times 2,500 = 2,500 \text{ kg.}$$

Al comparar H y M se obtiene:

H > M, por lo que hay que aumentar el número de viajes para la recolección

7

Se estima que la densidad de los R. S. en América Latina es de 250 kg / mt³.

Al sustituir $N = 2$ se obtiene:

$$M = 2 \times 2,500 = 5,000 \text{ kg.}$$

Entonces $H < M$.

De los resultados obtenidos, se estima que el vehículo utilizado para la recolección (tractor) deberá realizar 2 recorridos dentro de la Comunidad.

La implantación del tren de recolección establece el diseño de rutas, las cuales optimizan la recolección de los residuos sólidos.

De los datos obtenidos anteriormente, se da la necesidad de sectorizar la Comunidad en 2 áreas: la primera comprenderá la parte norte y la segunda la parte sur. Esto se ve representado en las Figuras 30 y 31.

Posterior a la sectorización, se estableció el punto de partida para el vehículo recolector, el cual se denomina como garaje, y el punto de inicio para la recolección, el cual corresponde a la parte sur de la escuela de la Colonia.

También se estableció las denominadas distancias productivas, que corresponden a los tramos de la ruta donde se recolectan residuos, las que se representan en las Figuras 32 y 33 como flechas llenas. Además a esto se determinaron las distancias muertas que corresponden a los tramos de la ruta donde no se recolectan residuos, las que son representadas en las Figuras 32 y 33 como flechas vacías.

Dentro de la recolección se estableció la necesidad de depositar los residuos recolectados por sector en una instalación, para su posterior procesamiento, el cual se denominará I.R.R. (Instalación para la recuperación de residuos).

Adicional a las distancias productivas y muertas, se identificaron calle donde el vehículo recolector no las puede transitar, y el personal asignado para la recolección lo deberá realizar como una recolección a pie, a un punto estratégico donde se estacione el vehículo recolector para ser cargado. Estas son representadas en la Figura 34.

La información representada en las Figuras 32, 33 y 34, serán del conocimiento del conductor del vehículo recolector y sus operarios, para optimizar el proceso de la recolección y evitar así el incremento de distancias muertas.

El objeto de la recolección de los residuos sólidos es asegurar la salud de la población, pero obviamente éste incluye al propio personal encargado de cumplir esta tarea. Como es un trabajo que presenta riesgos importantes, es indispensable adoptar diferentes medidas de seguridad, tales como:

- Uso de uniforme
- Uso de elementos de protección
- Entrenamiento de personal
- Análisis de los accidentes

Para preservar la seguridad de los operarios, se establecerán las siguientes recomendaciones:

Para el chofer del vehículo recolector:

1. Reduzca la velocidad al llegar a un cruce
2. Sus compañeros están a su lado. Evite causar un accidente de tránsito
3. No ponga en riesgo su vida, ni la de los colegas de trabajo
4. El vehículo es importante para la manipulación, así como usted lo es para su familia
5. No juegue al volante de su vehículo
6. No ingiera bebidas alcohólicas

Para los cargadores se establecen las siguientes reglas:

1. Al ser transportado en el vehículo recolector, asegúrese firmemente y evite juegos
2. Nunca vaya sentado dentro de la carrocería, ya que puede provocar un accidente
3. Cuando el peso del recipiente de basura sea muy elevado, llame a un colega para que le ayude
4. Ande siempre con su uniforme completo y limpio, ello constituye su seguridad
5. En caso de sufrir accidente durante el trabajo, procure informarlo inmediatamente
6. Evite accidentes en el trabajo

Se estima que el personal designado para la recolección consista en: un chofer y dos operarios, mismos que realizarán actividades dentro de la I.R.R.

3.4. Propuesta para la clasificación y reciclaje de los residuos sólidos

La manipulación de los residuos, previo a su disposición final se denomina procesamiento. Para esta actividad se hace necesario contar con una instalación que permita almacenar los residuos mezclados obtenidos por el tren de recolección, la cual se conoce como instalación para recuperación de residuos (I.R.R.) (ver apéndice, Figuras 25, 26 y 36).

Luego de la separación en origen se hace necesario procesar los residuos y permitir así la recuperación de aquellos materiales a los que se les puede dar una segunda utilidad, tales como el papel, plásticos, vidrios, aluminio y metales.

De la Tabla XXVIII, se observa que los componentes del flujo de residuos son variados, y se estima que el 10.53% de éste se podrá destinar para un proceso de reciclaje. Se estima también el 27.87% podrá destinarse como materia prima de un *compost*.

A través del tren de recolección, los residuos son ingresados a la I.R.R., para un almacenamiento temporal. Luego se inicia la separación en el suelo, en el área destinada por categorías en orgánico e inorgánico (ver Figura 37 y 38).

Para los residuos orgánicos se realiza una clasificación, y se evalúa cual de estos facilitan el proceso de *compost*, y son trasladados al área de compostaje.

En el caso de los residuos inorgánicos se realiza una separación por componentes (papel, plástico, vidrio, aluminio y metales), utilizando para ello unas mesas. Luego de la separación son apilados en lugares específicos, dentro de la I.R.R. (ver Figuras 37 y 38).

A estos últimos se les puede considerar como materiales reciclables, ya que al ser separados y almacenados se les puede conseguir un comprador, para que sean utilizados como materia prima.

3.5. Disposición de los residuos sólidos

En secciones anteriores se trataron temas tales como la recolección, transporte y la manipulación, sin embargo la parte más importante a tratar en el manejo de los residuos sólidos es su disposición final.

Se entiende por disposición final el sitio último de destino de los residuos sólidos, siendo usualmente éste el suelo. Se considera como la última etapa operacional del servicio de limpieza en la cual se disponen los residuos recolectados.

Se evaluaron las alternativas que podrían ser aplicadas dentro de la Comunidad para la disposición final de los residuos sólidos, considerando la más adecuada la denominada relleno sanitario.

Por las características topográficas del área destinada para la disposición final, se consideró pertinente utilizar el método denominado de área, este consiste básicamente en botar los residuos en forma ordenada, siguiendo el ángulo de reposo de las mismas, y efectuando el trabajo de compactación por capas y cobertura del mismo, al echar capas de tierra.

Este método tiene el inconveniente de utilizar tierra, la cual hay que extraer de otros lugares.

Se estima que del flujo de residuos producidos por la comunidad el 50.21% deberá utilizarse en el relleno sanitario, ya que no podrá dársele utilidad como material reciclable, ni como materia prima para compost.

El procedimiento a utilizar es el siguiente:

- Una vez que se ha vertido los residuos provenientes del I.R.R. se iniciará el acondicionamiento, siguiendo siempre el talud formado de los materiales vertidos con anterioridad
- La manipulación de los residuos dentro del relleno se podrá realizar utilizando palas, azadones, y carreta

- Se efectuará un proceso de compactación, utilizando para ello mazos de madera
- Al finalizar el vertido de residuos se realizará una cobertura de tierra, con un espesor de 15 centímetros
- La capa final del relleno deberá constar de 60 centímetros de tierra

Con el paso del tiempo, estos predios pueden ser aprovechados para cultivos, ya que pueden permitir la recuperación de áreas erosionadas.

El área destinada par el relleno, es de 25 metros de ancho por 70 metros de largo. (ver Figuras 27 y 40).

En la Figura 39 se presenta el recorrido desde la I.R.R. hasta el relleno sanitario, el cual comprende una distancia de 590 metros.

3.6. El compostaje

Como una alternativa para el adecuado manejo de los residuos sólidos producidos por la Colonia María Tecún, se ha considerado la utilización del proceso del compostaje, ya que este permitirá la reutilización de la materia orgánica.

Se puede definir al compostaje como la descomposición controlada de materiales orgánicos como frutas, verduras, podas, pasto, hojas, etc. por medio de un proceso biológico, donde interactúan microorganismos, oxígeno y factores ambientales tales como humedad y temperatura.

De este proceso sale un producto llamado compost, de color café oscuro que tiene la apariencia de la tierra que abunda en los suelos de los bosques.

El compostaje es la forma ideal de reciclar la basura orgánica de un hogar. Así se reducen la cantidad de residuos que deben depositarse a diario en los rellenos sanitarios.

Con el compostaje se obtiene un mejorador de suelo para el jardín, ideal para tierras arcillosas o arenosas.

Para producir *compost*, el hombre moderno emplea los mismos principios que los chinos de hace 4.000 años: crear condiciones óptimas para la vida de los microorganismos que degradan la materia orgánica. Se trata de estimular los microorganismos que se alimentan en condiciones aeróbicas, es decir, en un ambiente con oxígeno.

El proceso para obtener el compost consiste en separar y cortar la materia orgánica proveniente del flujo de residuos, luego es depositada en hileras (pilas) trapezoidales o triangulares durante un período que oscila entre 3 meses como mínimo a 1 año o más, dependiendo de la forma en la cual se trabaje la hilera.

Si se va agregando en forma constante más residuos orgánicos el proceso será lento, en tanto si se deja la hilera (pila) con lo que se empezó y se mantiene la humedad adecuada se logrará rápidamente que la compostera rinda frutos.

Para hacer compost se puede utilizar gran parte de lo que se genera en el jardín y en la cocina, aunque se deben evitar algunas cosas. Los materiales a compostar se dividen en cafés y verdes (más secos o más húmedos respectivamente).

En la Tabla XXXII, se indica los residuos considerados como cafés, dentro de la utilización del compostaje.

Tabla XXXII. Descripción de materiales cafés utilizados en el compostaje

Cafés (secos)	Observaciones
Aserrín, virutas de madera	En pocas cantidades. No utilizar si proviene de madera enchapada.
Hojas perennes (no se caen en otoño)	A veces son muy duras, es mejor añadirlas picadas.
Hojas secas	Juntarlas en otoño para usar durante las otras estaciones.
Pasto cortado y seco	Cuando se requiere de materiales cafés para la mezcla se puede secar al sol pasto recién cortado.
Podas	Ayuda a la aireación. Debe ser picado en pedazos chicos de máximo 5 cm.

En la Tabla XXXIII, se indica los residuos considerados como verdes, dentro de la utilización del compostaje.

Tabla XXXIII. Descripción de materiales verdes utilizados en el compostaje

Verdes (húmedos)	Observaciones
Cenizas de madera quemada	Usar pocas cantidades
Cítricos	Requiere de buena aireación
Estiércol de animales herbívoros	Caballos, vacas, ovejas, pollos, patos, etc.
Frutas y verduras	Usar cáscaras o pedazos. Picados en pedazos chicos
Hojas y bolsa de té	Esparcir

En la Tabla XXXIV, se indica los residuos que se consideran no apropiados dentro de la utilización del compostaje.

Tabla XXXIV. Descripción de materiales no apropiados para el compostaje

Material	Observaciones
Carne, huesos, pescado	Emiten olores y atraen roedores y vectores
Comida cocida y granos	Pueden contener aceites y gorduras que atraerán roedores y vectores
Cenizas de carbón	No incluir
Excrementos de animales carnívoros (perros, gatos)	Pueden contener organismos peligrosos para la salud
Aceites y grasas	Se pudren y huelen mal cuando se descomponen
Malezas y plantas persistentes	Por ejemplo: malezas y plantas que tienen raíces persistentes, asimismo malezas que tengan semillas
Material inorgánico	Como vidrios, latas, metales, plásticos
Plantas enfermas	No incluir
Productos lácteos	Como queso, mayonesa, aderezo, leche, yogurt, crema, etc,

A continuación se describe la forma en que debe prepararse el *compost*:

- Se extraen los residuos orgánicos de la I.R.R. para luego ser separados en cafés y verdes, en el área destinada para la preparación del compost. (ver Figuras 37 y 38).

- Se procura que los residuos orgánicos incorporados en el compostaje sean de un tamaño homogéneo, no mayores de 5 centímetros.
- Se realizará una mezcla cuya proporción debe cumplir las siguientes características: una parte de verdes por cada parte de cafés.
- Humedecer uniformemente de vez en cuando, procurando que tenga buena ventilación, esto se logra revolviendo la mezcla ocasionalmente.
- La mezcla obtenida es apilada en un área denominada hilera o pila, esta puede ser triangular o trapezoidal, esta última se puede utilizar para incrementar la absorción de las precipitaciones de lluvia.
- Las pilas o hileras de compost deben voltearse frecuentemente, mientras tiene lugar el proceso de compostaje, esto se realiza para obtener un producto final más uniforme, permite la aireación y elimina patógenos y semillas de malas hierbas que pudieran estar en formación.
- La pila de *compost* debe ser lo suficientemente grande como para retener calor y humedad, pero no tan grande como para impedir la ventilación adecuada del interior de la pila. Las dimensiones ideales varían según el clima y la época del año, pero para pilas abiertas se recomienda una altura que oscile entre 1.3 y 1.6 metros, y la base entre 1.6 y 2 metros.

Se considera que el proceso más adecuado para ser utilizado por la Comunidad es el denominado pilas libres.

Dependiendo de cuanto se trabajó el proceso, el *compost* está listo en un período de 3 a 12 meses. Puede haber alcanzado la etapa de madurez o encontrarse como *compost* inmaduro. La Tabla XXXV, determina el grado de *compost*.

Tabla XXXV. Determinación del grado de *compost*

Inmaduro	Maduro
Café oscuro	Café oscuro
Más o menos pronunciado	Sin olor fuerte
Hay gusanos y partes del material que pueden ser identificados	No hay gusanos y nada de material que pueda ser identificado
Puede ser usado como cobertera para jardines, arbustos y árboles perennes	Incorporado en la tierra
Usar poca cantidad (se pueden quemar las plantas)	No hay riesgos, es bueno realizar varias aplicaciones

Durante el compostaje surgen algunos problemas, a los cuales se les puede dar solución. En la Tabla XXXVI, se presentan algunas causas y posibles soluciones.

Tabla XXXVI. Problemas y soluciones en el proceso de *compost*

Problema	Causa	Solución
Mal olor	Falta de oxígeno, demasiada agua, demasiado material verde, la pila es muy compacta o grande	Voltee la pila; agregue hojas secas, aserrín o paja; agregue material café; voltee la pila o disminuya su tamaño
Centro muy seco	Falta de agua	Voltee y humedezca
Temperatura no sube	La pila es muy chica, falta material verde, tiempo frío	Agregue materiales o aisle los lados; agregue cortes recientes de pasto o restos de vegetales o frutas
Pila muy húmeda	Excesiva lluvia, excesivo riego	Tapar con plástico, cuidar que se permita la aireación a través de hoyos; agregue material seco (hojas, aserrín, paja); revolver
Vectores, moscas	Restos de cocina	Cubra los restos de cocina con tierra, compost viejo u hojas secas

A continuación se describen algunas aplicaciones que pueden darse al producto final del *compost*:

Primero se determina que el *compost* esté maduro, para ello deberá cumplir las características descritas anteriormente.

Se procede a tamizar el compost con una rejilla de 1 por 1 centímetros, el material retenido es devuelto a la compostera.

- Para almácigos se usa 1 parte de *compost* por una parte igual de arena o tierra
- Para maceteros se usa 1 parte de *compost* por 3 partes de tierra
- Para iniciar huertos, flores y prados nuevos se mezcla 2 - 3 kg. de *compost* por cada metro cuadrado, incorporándolo a la tierra
- En torno a flores y arbustos se puede colocar una capa de *compost* encima del suelo (de 2 - 4 cm), en primavera, desmalezando primero.
- Para árboles se coloca el compost sobre el suelo en una capa de hasta 5 cm, desde unos 15 cm del tronco hasta cubrir el ancho del árbol.

3.7. Planos

En el apéndice se ilustran los distintos planos a utilizar dentro de la propuesta para el manejo de los residuos sólidos en la Colonia María Tecún.

CONCLUSIONES

1. El estudio de caracterización es fundamental en la búsqueda de soluciones al flujo de los residuos sólidos producidos por la Comunidad.
2. Los residuos sólidos son generados de actividades domésticas y pequeñas industrias artesanales.
3. La generación de residuos sólidos en un día, dentro de la Colonia María Tecún es de 0.506 Kg./hab/día, y en una semana es de 3,634.498 Kg./semana.
4. El volumen del vehículo recolector es de 10 metros cúbicos, razón por la cual se hizo necesario sectorizar la recolección y utilizar la I.R.R. para la primera descarga.
5. Del flujo total de los residuos sólidos, el 10.53% son productos reciclables, como el papel mezclado, plástico, vidrio, aluminio y metales, y el 27.87% pueden ser utilizados como materia prima para el compostaje.

6. Al relleno sanitario va el 50.21% de los residuos sólidos producidos por la Comunidad.
7. El *compost* es una buena alternativa para el mejoramiento de los suelos de la Comunidad.
8. El buen manejo de los residuos sólidos evita la alteración de los sistemas ambientales como el edáfico, lítico e hídrico.

RECOMENDACIONES

1. Que se implante lo más pronto posible el manejo de los residuos sólidos dentro de la Colonia, para evitar los puntos de contaminación.
2. Concienciar a los pobladores, en especial a las futuras generaciones sobre el manejo de los residuos sólidos producidos por su Comunidad, estimulando su participación a través de un programa constante que permita mantener el interés de participar.
3. Que los vecinos de la Colonia María Tecún realicen la separación de sus residuos sólidos en origen, y así faciliten la separación de estos en la instalación para la recuperación de residuos (I.R.R.)
4. Que se utilice como vehículo para la recolección de los residuos sólidos un tractor y un carretón, que pertenecen a la Comunidad.
5. Que el personal a cargo del tren de recolección recorra la ruta planificada para evitar que el vehículo pase varias veces por una misma calle, sin recolectar residuos.

6. Que los operadores del tren recolector tomen en cuenta las recomendaciones de seguridad, para evitar accidentes.

7. Que se utilice la antigua bodega de la Comunidad como una instalación para la recuperación de residuos.

8. Que se utilice el *compost* maduro para el mejoramiento de las áreas agrícolas de los habitantes de la Colonia.

BIBLIOGRAFÍA

1. GUZMÁN, Rafael, *et. al.* **Educación ambiental**. México: Editorial McGraw Hill, 2001.
2. LUND, Herbert, F. **Manual McGraw Hill de Reciclaje**. Volumen I y II. España: Editorial McGraw Hill, 1996.
3. MUÑOZ VARGAS, Heri Isaías. Disposición de basuras en localidades de escasos recursos económicos. (Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos) Guatemala, 1973.
4. SIMONS, Charles S., *et. al.* **Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala**. Guatemala: Editorial Ministerio de Educación Pública “José de Pineda Ibarra”, 1958.
5. Fundación centroamericana de desarrollo (FUNCEDE). **Diagnostico del municipio de Sololá**. Guatemala: Editor FUNCEDE. 1997.
6. Banco Mundial. **Modulo 5.4. Tratamiento de desechos y recuperación de recursos**. Guía para participantes. Estados Unidos: Editor Banco Mundial, 1988.
7. MORALES, Carlos. **Pautas para el manejo y disposición final de los desechos sólidos municipales en pequeñas localidades de Nicaragua**. Nicaragua: OPS/OMS, 1994.

APÉNDICE

Figura 19. Punto de contaminación 1



Figura 20. Punto de contaminación 1



Figura 21. Punto de contaminación 2



Figura 22. Punto de contaminación 4



Figura 23. Punto de contaminación 5



Figura 24. Punto de contaminación 6



Figura 25. Edificio destinado como I.R.R



Figura 26. Edificio destinado como I.R.R



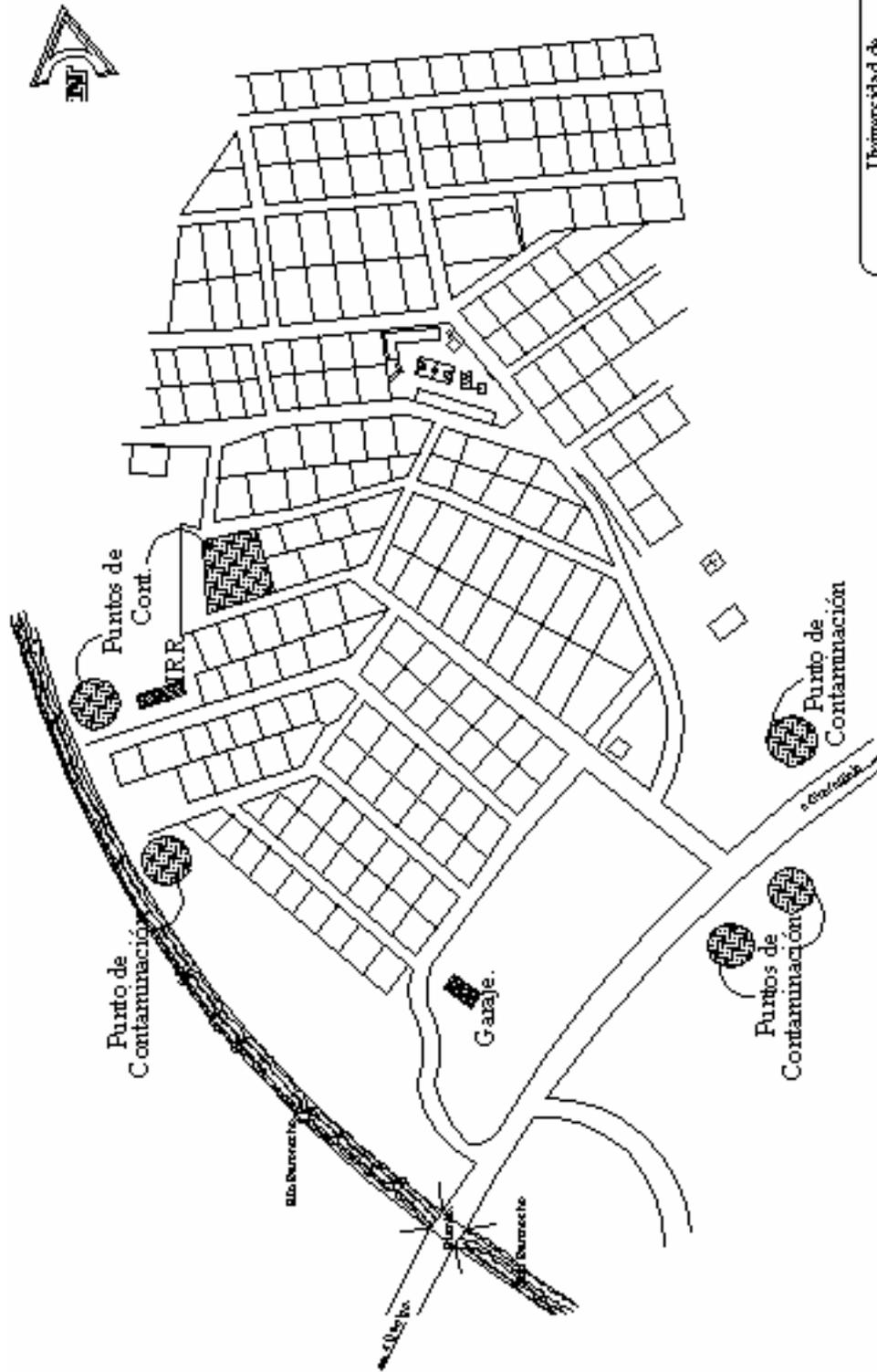
Figura 27. Predio destinado para el relleno sanitario.





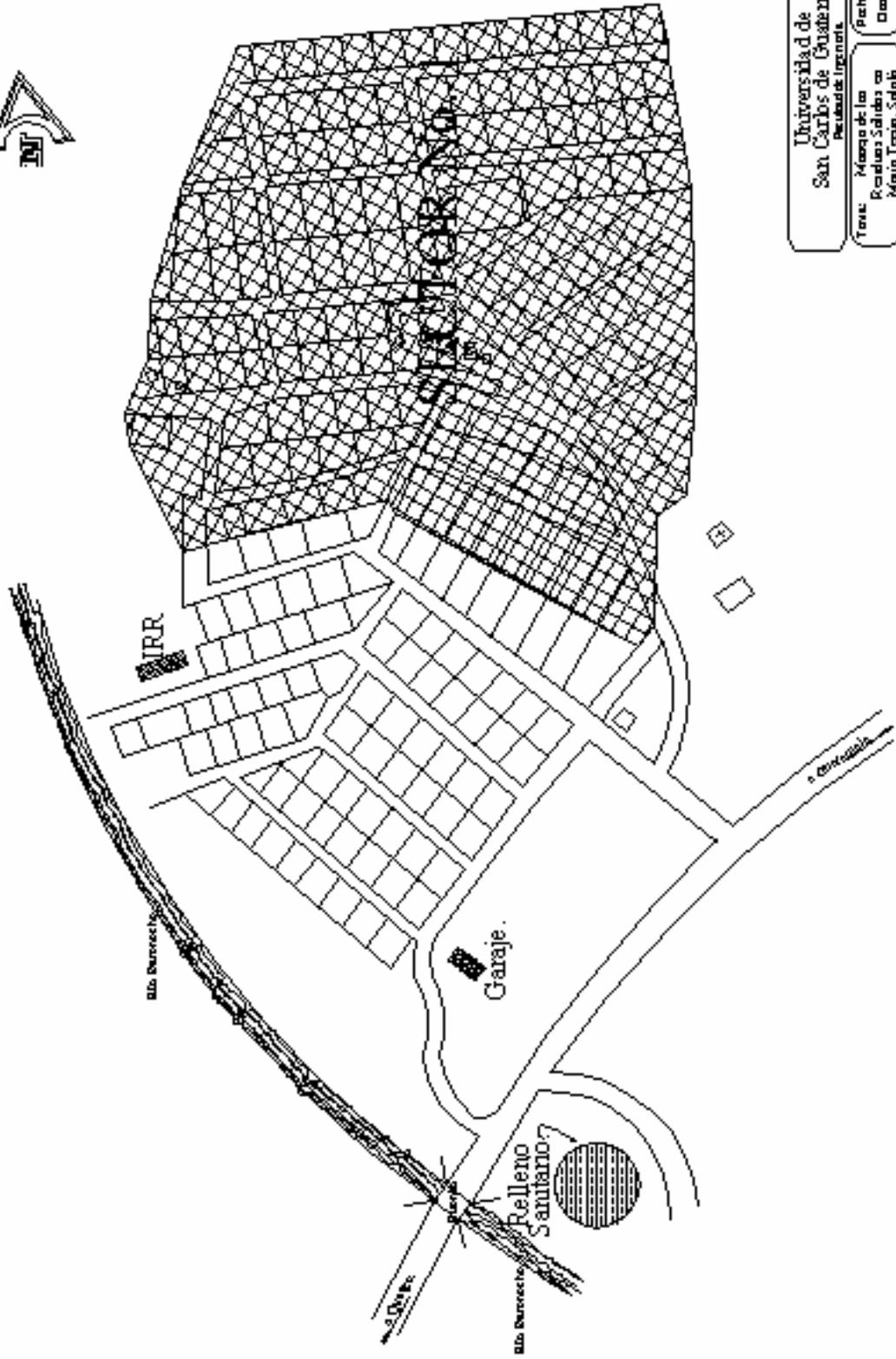
Universidad de San Carlos de Guatemala Paseo de la Independencia	
Título: Maestría de las Ciencias Sociales y Humanas, Salda	Fecha: Diciembre 2001
Plan: Estado Actual	Escala: 10:900 1:1
Autores: Luisa Mendibanda Jorge Alvarado Arriaga	Revisó: Jorge Alvarado Arriaga

~~PLAN DEL ESTADO ACTUAL EN MARÍA TERCERA~~



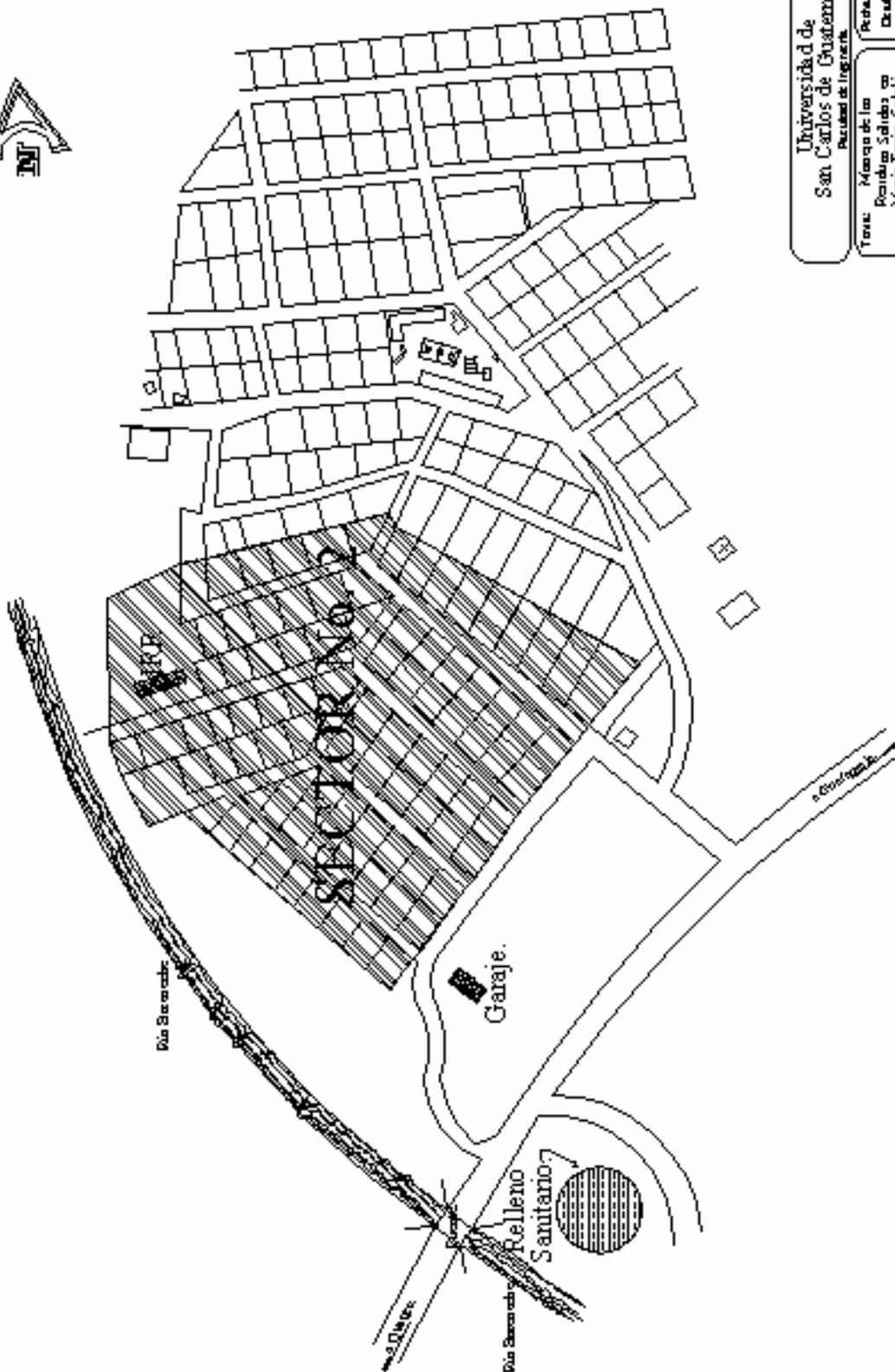
Universidad de San Carlos de Guatemala <small>Facultad de Ingeniería</small>	
Asesora: Mirreya de los Ríos <small>Escuela de Ingeniería en Mecánica, Física y Matemática</small>	Fecha: Octubre 2001
Tema: Puntos de Contaminación	Código: 2100
Objeto: Los Desechos Sólidos (Seg. Ambiental)	Curso: 211

PLANO DE PUNTOS DE CONTAMINACIÓN



Universidad de San Carlos de Guatemala Escuela de Ingeniería	
Tema: Manera de las Reservas Solidas en Mata Tosta, Solala	Fecha: Octubre 2001
Plan: Plano del Sector No. 1	Escala: 10:900
Dibujo: Luis A. Macchiavello	Revisó: Ing. Manuel Amvilag

PLANO DEL SECTOR No. 1.



Universidad de
San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Tema: Marco de las
Paradas Salidas y
Módulo Técnico, Sección

Fecha:

Octubre 2007

Escala:

1:1000

Folio:

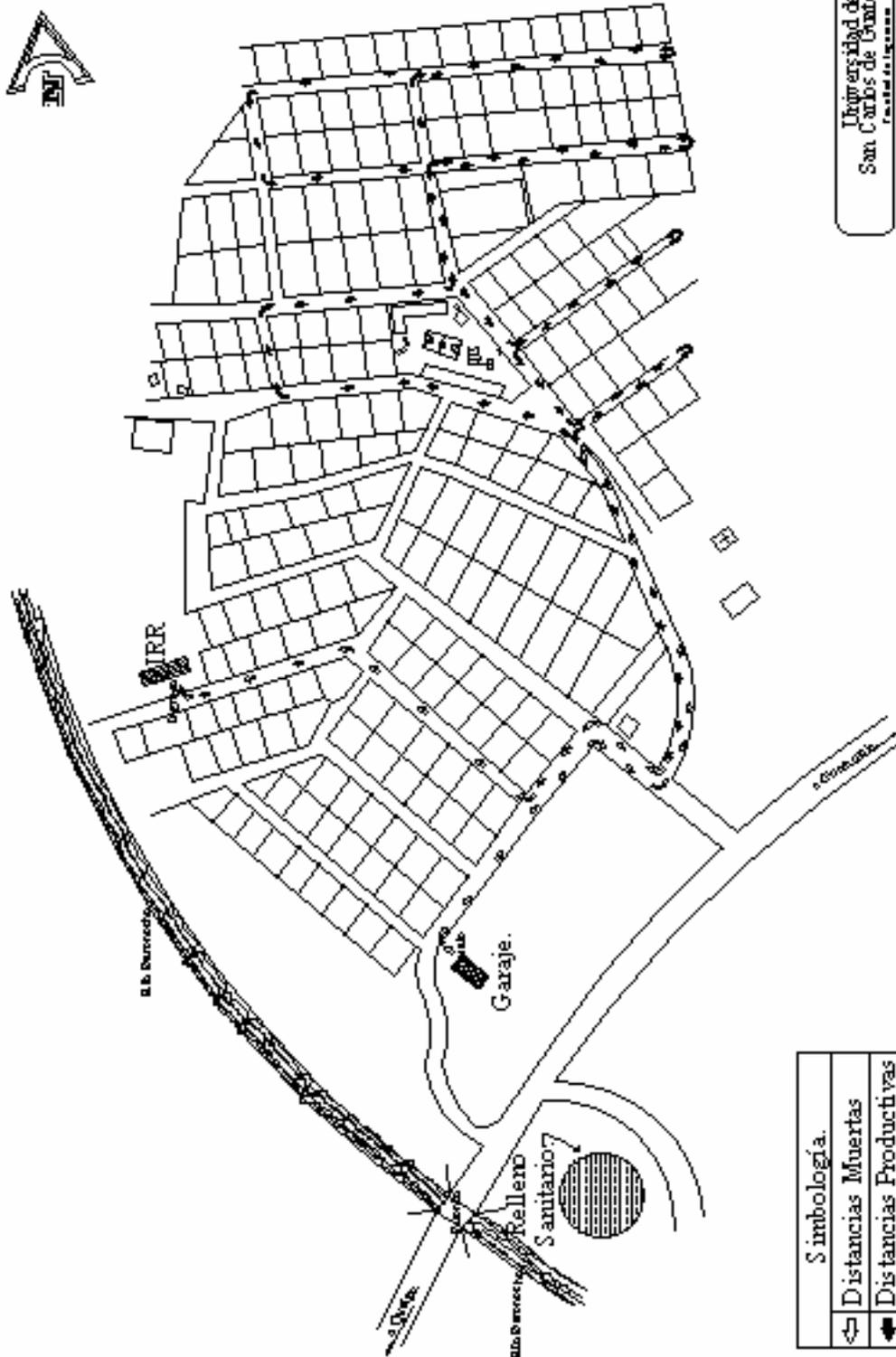
111

Plano: Plano del Sector No. 2

Dibaja: Luis A. Méndez Abailla

Revisa: Ing. Manuel J. Amvilago

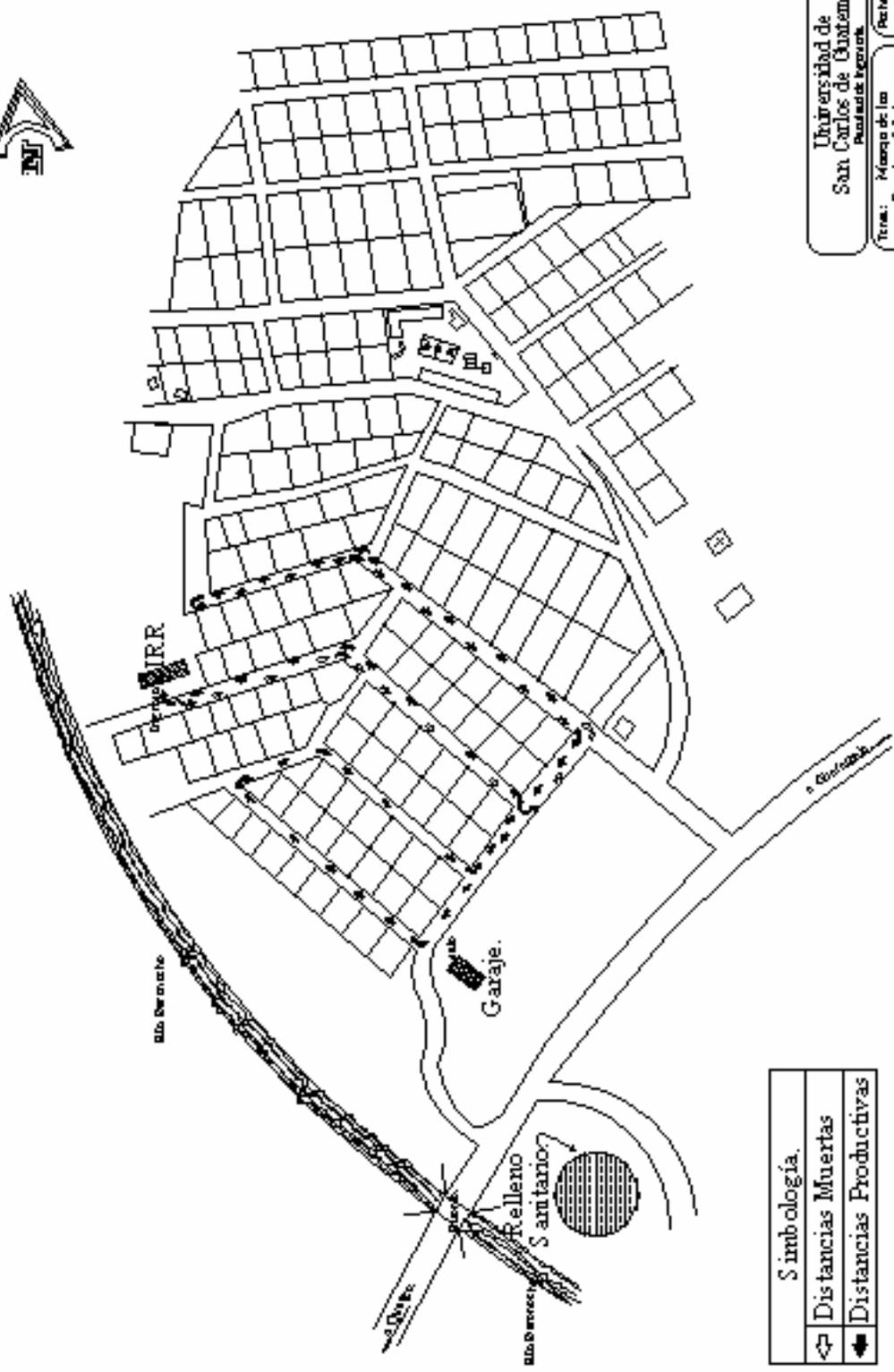
PLANO DEL SECTOR NO. 2



Simbología.	
↔	Distancias Muertas
⇩	Distancias Productivas

Universidad de San Carlos de Guatemala <small>Facultad de Ingeniería</small>	
Asesor Miguel Ángel Rodríguez Saldaña M.Sc. María Teresa Saldaña	Fecha Diciembre 2011
Tema Punto de Recolección Urbano	Año 2011
Diseño Luis Guzmán Durán	Dirige Dr. Daniel Guzmán

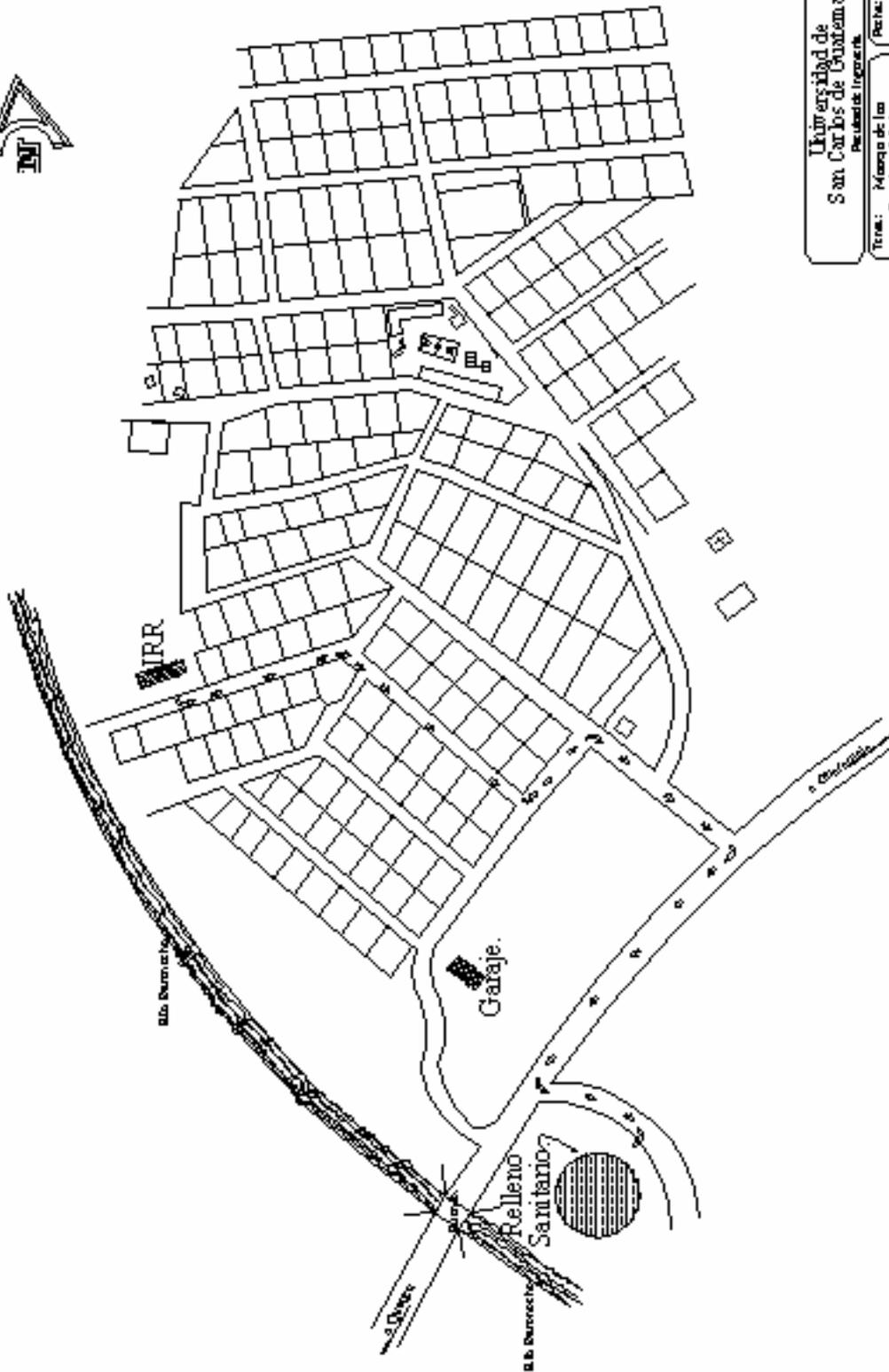
PLAN DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN No. 1



Simbología.	
↔	Distancias Muertas
➔	Distancias Productivas

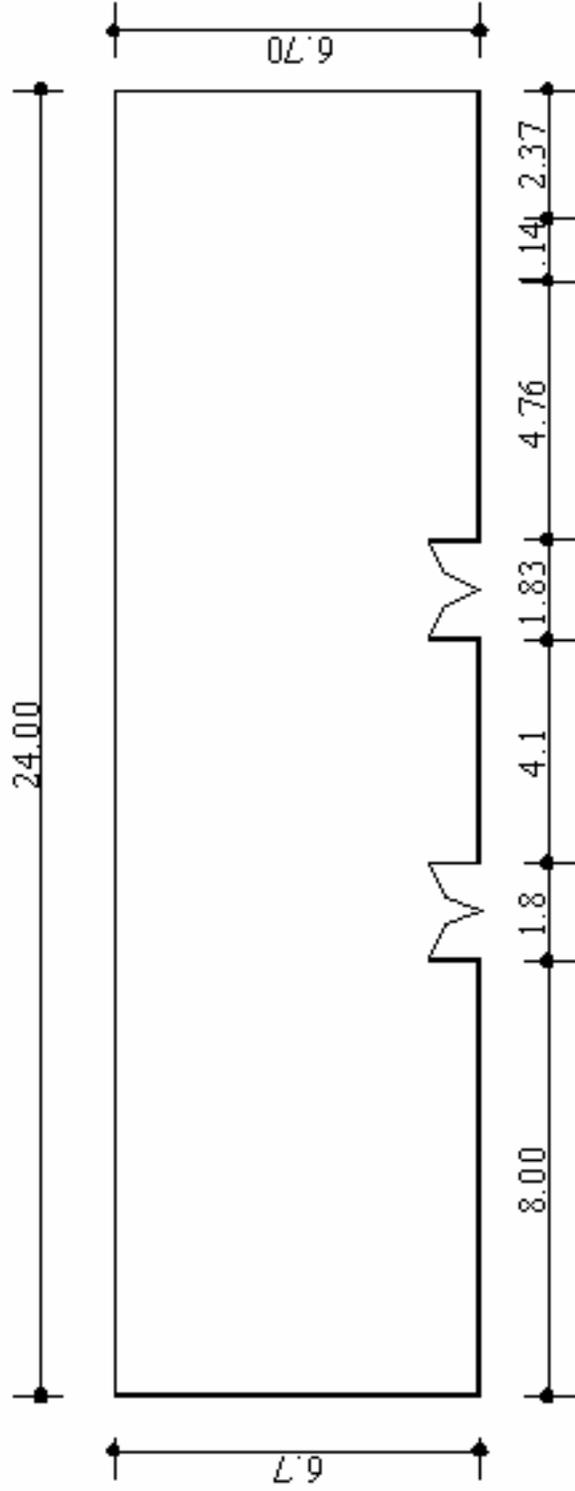
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	
Tema: Manejo de los Residuos Sólidos en María Teresa, Solalá	Fecha: Octubre 2009
Tema: Rutas de Recolección de Residuos Sólidos	Escala: 10:000 0/17
Dibujo: Luis A. Mendieta/Arce	Revisó: Ing. Manuel Arvizu/Ag.

PLAN DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN No. 2.



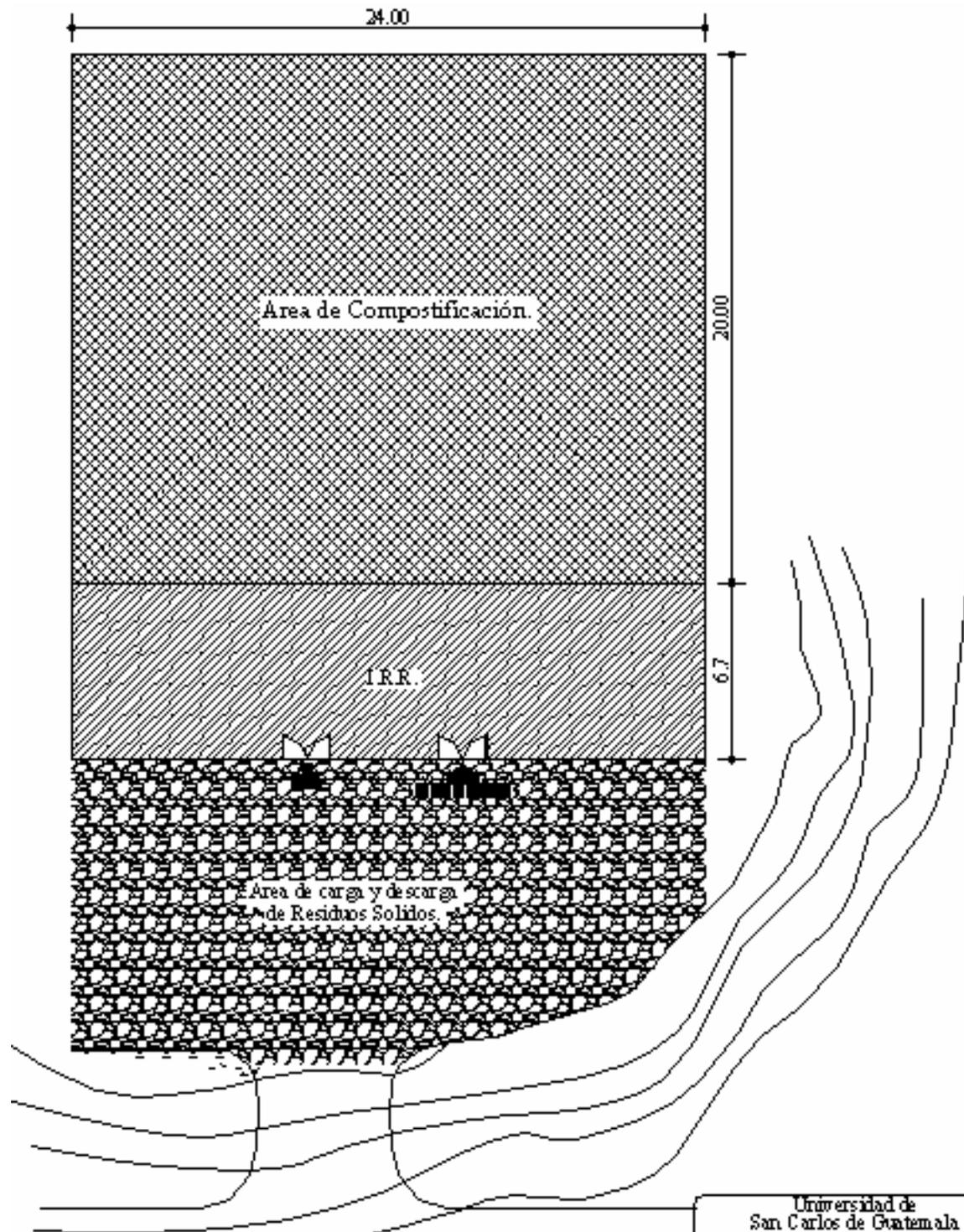
Universidad de San Carlos de Guatemala Recalculación Ingresante	
Tema: Manejo de las Pautas de Salida en Mani Teo, Solob	Fecha: Octubre 2001
Plan: Plano de dotación	Escala: 10/000 / 1/10
Clase: Lucha Interdisciplinaria	Revisó: Ing. Manuel Arellano

~~PLANO DE DISPOSICIÓN FINAL~~



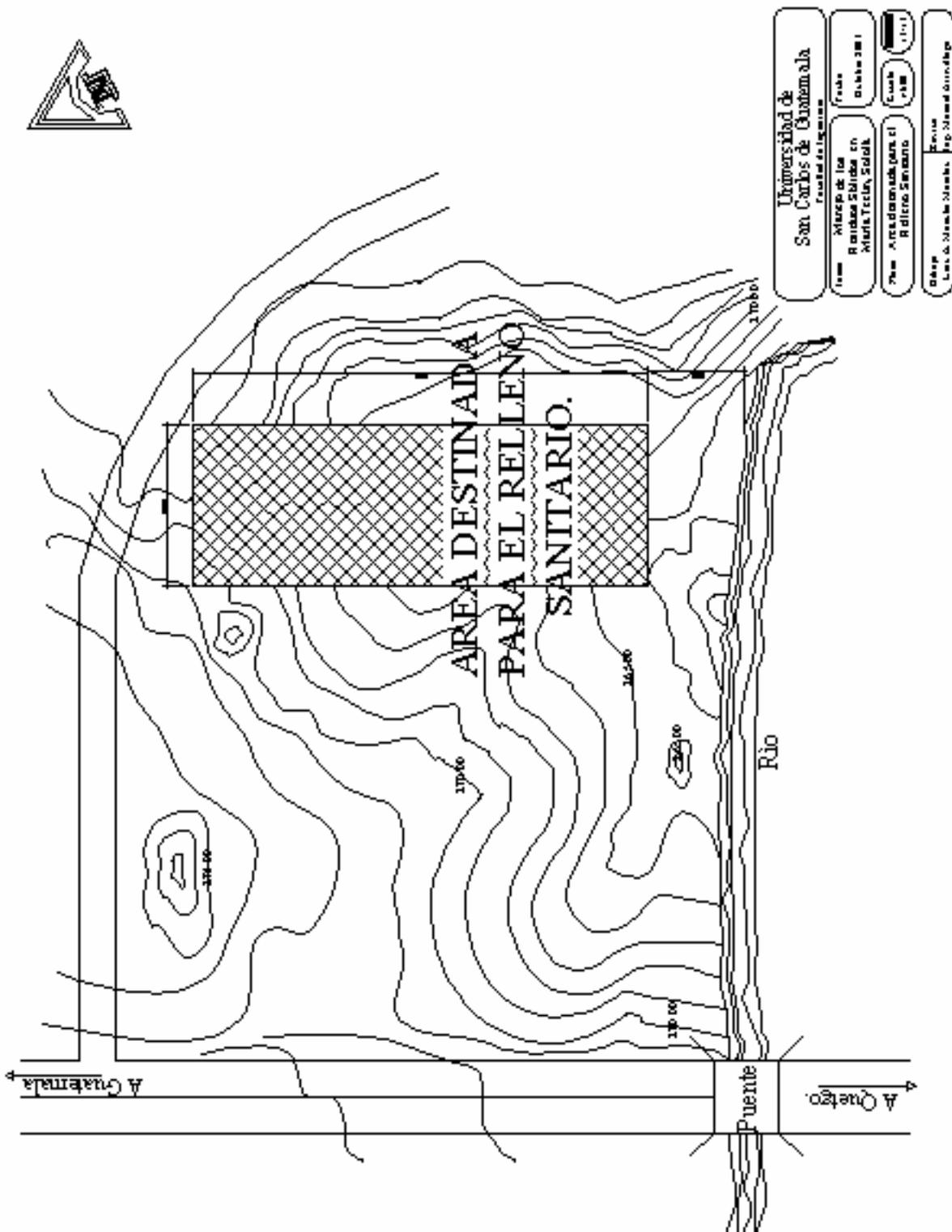
PLANO DEL ESTADO ACTUAL DE I.R.R.

Universidad de Guatemala Facultad de Ingeniería	
Tema: Manejo de los Residuos Sólidos en Marcha Tecnológica.	Fecha: Octubre 2003
Plano: Estado Actual de I.R.R.	Escala: 1/100 9/13
Dibujo: Luis A. Machú Méndez	Revisa: Ing. Manuel Anzures



HABILITACIÓN DE AREAS PARA EL I.R.R.

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	
Tema: Manejo de los Residuos Sólidos en Nueva Teocinta, Solalá	Año: Octubre 2001
Autor: Habilidad para el área general I.R.R.	Escala: 1:1000
Obra: Luis A. Mendibáriz	Firma: Ing. Manuel Armijo



Universidad de Guatemala <small>Facultad de Ingeniería</small>	
1000	Fecha Octubre 2011
1000	Alcance 1:500
1000	Proyecto Área destinada para el Relleno Sanitario
1000	Ubicación Lot. A. Manabá, Nueva, Pop. Miraflores