



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL
MUNICIPIO DE SAN MIGUEL USPANTÁN QUICHÉ**

Julio Rolando Estrada Mateo

Asesorado por el Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL
MUNICIPIO DE SAN MIGUEL USPANTÁN QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JULIO ROLANDO ESTRADA MATEO

ASESORADO POR EL ING. RAFAEL ENRIQUE MORALES OCHOA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Hugo Quan Ma
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR	Ing. Marco Tulio Ventura Roldan
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier Gonzáles López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL USPANTÁN QUICHÉ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 10 de octubre del año dos 2022.

A handwritten signature in black ink, enclosed within an oval border. The signature is stylized and appears to read 'Julio Rolando Estrada Mateo'.

Julio Rolando Estrada Mateo



Guatemala, 09 de octubre 2022

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniero Aguilar:

Por medio de la presente comunico a usted, que la Escuela de Ingeniería Civil a través del Departamento de Hidráulica ha aprobado el tema para trabajo de Graduación, **“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL USPANTAN, QUICHÉ”**, por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, **JULIO ROLANDO ESTRADA MATEO**, Registro Académico, **88-16354**, como asesor al **ING. RAFAEL ENRIQUE MORALES OCHOA**.

Así mismo se le recuerda que el trabajo de graduación deberá ser estructurado conforme a lo indicado en el Reglamento de trabajos de Graduación de la Facultad de Ingeniería, presentando según se señala en las especificaciones para la elaboración del informe final y se recomienda que el contenido esté comprendido entre 40 y 80 hojas, con énfasis en el aporte del estudiante en el tema desarrollado.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor del Departamento de Hidraulica

Asesor
Interesado





Guatemala, 09 de octubre 2022

Ing. Armando Fuentes Roca
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Fuentes.

Por medio de la presente comunico a usted, que la Escuela de Ingeniería Civil a través del Departamento de Hidráulica ha aprobado el tema para trabajo de Graduación, **“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL USPANTAN, QUICHÉ”**, por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, **JULIO ROLANDO ESTRADA MATEO**, Registro Académico, **88-16354**, como asesor al **ING. RAFAEL ENRIQUE MORALES OCHOA**.

Así mismo se le recuerda que el trabajo de graduación deberá ser estructurado conforme a lo indicado en el Reglamento de trabajos de Graduación de la Facultad de Ingeniería, presentando según se señala en las especificaciones para la elaboración del informe final y se recomienda que el contenido esté comprendido entre 40 y 80 hojas, con énfasis en el aporte del estudiante en el tema desarrollado.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica
Cc: Estudiante xxxxxxxxx
Archivo

Ing, Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidraulica

Asesor
Interesado





LNG.DIRECTOR.064.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL USPANTÁN QUICHÉ**, presentado por: **Julio Rolando Estrada Mateo**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala, marzo de 2023



LNG.DECANATO.OI.291.2023



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil y Trabajo de Graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL USPANTÁN QUICHÉ**, presentado por: **Julio Rolando Estrada Mateo** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión de mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, marzo de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de Él.
- Mi madre** Que estuvo siempre a mi lado brindándome su mano amiga dándome a cada instante una palabra de aliento para llegar a culminar mi profesión. (q. e. p. d.).
- Mi padre** Por el apoyo, por la orientación, por iluminar mi camino y darme la pauta para poder realizarme en mis estudios y mi vida.
- Mi esposa e hijos** Por ser más que el motor de mi vida y ser parte muy importante de lo que hoy puedo presentar como tesis, gracias a ellos por cada palabra de apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme forjar mis conocimientos en Ingeniería en sus aulas.

Mi familia

Por ser quienes son y por creer en mí.

Mis amigos

Gracias por estar siempre allí.

Mi asesor

Gracias por sus orientaciones y palabras de aliento. Por sus asesoría y apoyo incondicional en el presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES Y LA PROBLEMÁTICA QUE REPRESENTAN.....	1
1.1. Definición de residuos sólidos	1
1.2. Clasificación de los residuos sólidos	2
1.3. Residuos de tipo orgánico	3
1.4. Residuos de tipo inorgánico	4
1.5. Residuos de papel y cartón	11
1.6. Residuos de vidrio	12
1.7. Residuos de metal	12
1.8. Residuos de multicapas.....	13
1.9. Características de los residuos sólidos	13
1.10. Desechos peligrosos y bioinfecciosos.....	16
1.11. La contaminación por residuos sólidos	16
1.12. Impactos ambientales atmosféricos	18
1.13. Impactos ambientales al suelo	18
1.14. Impacto ambiental los recursos hídricos	19
1.15. Impacto ecológico que daña la flora y fauna.....	20
1.16. Aspectos socioculturales de la contaminación	21

1.17.	Formas de clasificación de los residuos.....	22
1.18.	Ciclo de Vida de los residuos sólidos.....	30
1.19.	Ciclo del manejo Integral de los residuos.....	31
2.	MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS DOMICILIOS Y SU TRATAMIENTO	35
2.1.	El Servicio de recolección y transporte de los residuos.....	35
2.2.	Transporte de desechos.....	37
2.3.	La Reducción de los residuos	39
2.4.	Como reducir de manera correcta.....	40
2.5.	La reutilización o reúso de los productos y materiales	42
2.6.	El reciclaje	43
2.7.	Beneficios del reciclaje	44
2.8.	La importancia de la separación de residuos.....	44
2.9.	Procedimiento para reutilizar y reciclar	45
2.10.	Beneficios de las 3Rs	47
2.11.	Disposición final que reciben los residuos sólidos	48
2.12.	Compostaje.....	49
2.13.	Incineración controlada.....	50
2.14.	Rellenos sanitarios	51
2.15.	Marco legal sobre el manejo de los residuos sólidos en Guatemala	52
3.	Monografía de San Miguel Uspantán, Quiché.....	59
3.1.	Ubicación y localización.....	59
3.2.	Clima	60
3.3.	Población del municipio	62
3.4.	Indicadores de desarrollo	63
3.5.	Organización social	63

3.6.	Servicios	64
3.7.	Aspecto económico	65
3.8.	Mercado y condiciones del entorno	67
3.9.	Entidades financieras	68
3.10.	Infraestructura productiva	69
3.11.	Comisiones sectoriales del Consejo Municipal de Desarrollo	70
4.	MARCO METODOLÓGICO PARA REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES	71
4.1.	Objetivo de la metodología de caracterización	72
4.2.	Requerimientos.....	72
4.3.	Metodología para el procedimiento para llevar a cabo la caracterización.....	76
4.4.	Producción per cápita por día (PPC).....	84
4.5.	Prueba de composición física.....	85
4.6.	Prueba de densidad de los residuos sólidos.....	87
5.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	91
5.1.	Descripción del ámbito de estudio.....	91
5.2.	Instrumentos de trabajo	92
5.3.	Fases de campo	97
	CONCLUSIONES	117
	RECOMENDACIONES.....	119
	REFERENCIAS	121
	APÉNDICES	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Identificación de residuos	4
2.	Ciclo del manejo integral de residuos.....	32
3.	Ubicación geográfica de San Miguel Uspantán, Quiché	60
4.	Temperatura del municipio	62
5.	Requerimientos principales	73
6.	Actividades de caracterización	76
7.	Modelo de identificación de muestras	82
8.	Análisis de muestras.....	83
9.	Fórmula para calcular la Producción per cápita (PPC)	85
10.	Análisis por cuarteto	86
11.	Fórmula para calcular el porcentaje por día	87
12.	Fórmula para calcular el volumen de un tonel.....	88
13.	Característica del tonel para medición	88
14.	Fórmula para calcular la densidad.....	89
15.	Municipio de San Miguel Uspantán, Quiché.....	91
16.	Instrumentos generales	95
17.	Instrumentos específicos	96
18.	Fórmula para calcular la muestra	98
19.	Selección por cuarteo	105
20.	Clasificación de los residuos solidos	109
21.	Calculo para conocer el porcentaje de humedad	112
22.	Formula de la Producción Per Capital de desechos	113
23.	Propuesta del trifoliar informativo	115

24.	Propuesta de recipientes para clasificación de residuos	116
-----	---	-----

TABLAS

I.	Desglose del peso de la muestra	103
II.	Análisis del peso de los residuos sólidos	107
III.	Relación en % de los residuos sólidos clasificados	108
IV.	Peso compactado de los residuos sólidos clasificados	110
V.	Análisis de la densidad de los residuos	111
VI.	Análisis del porcentaje de humedad.....	113
VII.	PPC Con base en las muestras de desechos.....	114

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
°C	Grados Centígrados
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
km²	Kilómetros cuadrados
k	Kilos
Lb	Libras
lt	Litros
m³	Metro cúbico
m	Metros
%	Porcentaje

GLOSARIO

3R	Reducir, Reciclar y Reutilizar.
Área de recolección de muestra	Lugar donde se caracterizarán a través de muestreo los desechos domiciliarios.
Basurero	Lugar físico destinado para depositar los desechos sólidos.
Basurero clandestino	Lugar físico no autorizado donde se encuentran desechos sin tratamiento y con exposición directa a la población y el medio ambiente.
Bioplástico	Producto derivado del aceite de soja, el maíz o la fécula de patata, a diferencia de los plásticos convencionales derivados del petróleo.
Caracterización	Determinar las cualidades o rasgos característicos de una cosa.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Compostaje	Material generado a partir de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y sirve como estabilizador

del suelo agrícola, parques, jardines y recuperación de tierras no fértiles.

COMUDE

Consejo Municipal de Desarrollo.

CUB

Comité Único de Barrio.

Desecho

Es todo material considerado como basura y que se necesita eliminar de una zona, este es un producto derivado de actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero.

Guía

Documento, catálogo o manual que recopila información relevante sobre un proceso.

HDPE

Polietileno de alta densidad.

INE

Instituto Nacional de Estadística.

LDPE

Polietileno de baja densidad.

MARN

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Metodología

Conjunto de métodos utilizados dentro del proceso de investigación, estudio o exposición.

OMS

Organización Mundial de la Salud.

Per cápita	Producción por individuo.
PET o PETE	Tereftalato de polietileno.
PS	Poliestireno.
PVC	Policloruro de vinilo.
PP	Polipropileno.
Tetrabrik	Envase de cartón opaco impermeabilizado con aluminio, generalmente con forma de tetraedro, que se usa para envasar líquidos.
Volumen	Espacio que ocupa un cuerpo.

RESUMEN

La generación de residuos es un problema relacionado con el modelo actual de producción y consumo que ha incrementado a causa de las actividades de desarrollo del ser humano. Si no existen planes de manejo para los residuos, se convierten en factores de riesgo para la pérdida de los recursos, el medioambiente y la salud. Según el Centro Esdras en el 2016, se determinó que al menos un 70 % de los residuos y desechos que se genera a nivel nacional no logran alcanzar una práctica de manejo o disposición final adecuada. Ante estas circunstancias es necesario conocer a través del Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes la composición de los desechos generados y darles el tratamiento eficiente.

La información presentada en este documento tiene como función de apoyar futuras investigaciones, que traten el manejo eficiente de los desechos sólidos, para reducir el impacto negativo de los mismos. Dado que no hay evidencia de un estudio realizado previamente sobre este tema. En este estudio se empleará una caracterización de los desechos sólidos que se generan en las viviendas que se encuentran en San Miguel Uspantán, Quiché para determinar las características tanto cualitativas como cuantitativas de los desechos sólidos a analizar y, por último, conocer la generación per cápita total de estos.

Este estudio comprende cinco capítulos. El primero aborda la conceptualización técnica y básica sobre el amplio tema de los desechos y los factores que lo hacen dañino y el ciclo de manejo, después se expone la metodología para identificar y tratar los desechos sólidos domiciliarios, y el tercer capítulo presenta datos relevantes del municipio de San Miguel Uspantán, el

capítulo aborda en forma descriptiva la labor de caracterización de los desechos sólidos, en el lugar físico para obtener y tabular la información para establecer los parámetros que sirvieron para elegir las viviendas y posteriormente realizar las entrevistas, luego se recolectaron las muestras, y por último se presentan los resultados donde se obtuvo información para la toma pronta y oportuna de decisiones. Así también, contribuir con aportar datos para diseñar planes, sistema de recolección, manejo y deposición de los desechos sólidos.

OBJETIVOS

General

Determinar las características particulares de los residuos domiciliarios que producen las viviendas del casco urbano del municipio de San Miguel Uspantán, Quiché.

Específicos

1. Aplicar una forma sencilla de separación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. con los vecinos del casco urbano del municipio de San Miguel Uspantán, Quiché.
2. Definir de forma accesible para la población, la diferencia y usos que pueden dársele a los residuos domiciliarios según su clasificación.
3. Recopilar a través de la muestra seleccionada, información necesaria, que permita a la municipalidad del municipio de San Miguel Uspantán, Quiché. en el futuro crear un plan municipal de disposición efectiva de los residuos sólidos domiciliarios.
4. Determinar el campo muestral en la zona dos del municipio de Chimaltenango, caracterizando los desechos sólidos domiciliarios expresados en kg/hab/día de la zona estimando su peso, densidad y volumen.

INTRODUCCIÓN

En el medio nacional no hay un fortalecimiento institucional y legal, que faculte a las autoridades centrales o gobiernos locales a manejar adecuadamente la disposición final de los desechos sólidos. La gestión integral a nivel municipal implica conocer las características que poseen los residuos con relación a la generación, composición, así como la densidad, con el objetivo de diseñar técnicas sustentables de sistemas de recolección, transporte, disposición final.

Actualmente en el municipio de San Miguel Uspantán, existe el reto institucional respecto a la disposición final de los desechos sólidos y su escasa valorización. Es importante y necesario unir esfuerzos para conocer cuáles son las soluciones y acciones que deben implementar para disminuir los impactos negativos, que generan diariamente la disposición de los desechos en los hogares en el municipio.

Para llevar a cabo la caracterización se realizó una muestra de domicilios de San Miguel Uspantán, para determinar la generación per cápita y tipo de desechos que disponen los habitantes de dicho municipio. En cuanto a la clasificación de los desechos se determinó qué materiales son los que en mayor porcentaje desecha la población, así mismo identificó el porcentaje que aún pueden reutilizarse o reciclarse.

El proceso fue complejo, se siguió el procedimiento establecido por la guía de caracterización compartidos por las autoridades nacionales, a su vez siguiendo un tiempo de 8 días para la obtención de muestras y los diversos cálculos en el centro de acopio. Como resultado se expone el análisis para

conocer la generación per-cápita de la población de la San Miguel Uspantán, así como la generación total de los residuos y desechos sólidos domiciliarios. Al caracterizar los desechos sólidos, se pueden observar las fracciones específicas expresadas en porcentaje de peso y volumen por cada categoría con su respectiva densidad calculada por el método del peso en un volumen conocido, al obtener las categorías de los residuos y desechos.

Los resultados de esta investigación servirán de base para el establecimiento de una mejora de manejo de desechos sólidos específicamente para la localidad del municipio de San Miguel Uspantán y repercutirá positivamente en la carga que recibe el principal relleno sanitario. De igual forma este estudio, presenta un documento informativo para entregarse a los pobladores y que sirva para concientizar y proceder a la separación adecuada de los residuos dentro de los hogares.

1. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES Y LA PROBLEMÁTICA QUE REPRESENTAN

1.1. Definición de residuos sólidos

Es considerado como residuo cualquier material obtenido como resultado de un proceso de fabricación y que sufre una transformación para su uso. Los elementos iniciales, son empleados para el consumo o limpieza y posterior a su vida útil, estos materiales se abandonan porque carecen de valor o beneficio para el propietario.

Un residuo es cualquier material que resulta de un proceso de fabricación, transformación, uso, consumo o limpieza, que se abandona porque carece de valor o utilidad para el propietario. Los residuos sólidos son aquellos que se generan en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos los que sean de la misma naturaleza que éstos limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas, animales domésticos muertos, muebles y enseres, escombros de obras menores y reparación domiciliaria. (Ayuntamiento Aljaraque, 2020, párr. 1)

Los residuos sólidos, por lo tanto, son los denominados desechos que se producen después de su utilización. Se conceptualiza que, los residuos sólidos urbanos se producen por la población en las zonas donde hay casas, oficinas e industrias. Los desechos se clasifican bajo parámetros institucionales y este caso también se les denomina residuos de la comunidad.

En la actualidad América Latina es capaz de producir aproximadamente 436,000 toneladas de residuos sólidos urbanos y se calcula que el 50 % de ellos aún recibe disposición final inadecuada y la recolección es de una manera deficiente en barrios marginales de las metrópolis. (Organización Panamericana de Salud, 2020, Párr.1)

1.2. Clasificación de los residuos sólidos

La clasificación de los residuos se expone a partir del estado fisicoquímico de los elementos. Esta no es la única forma de valoración debido a que, en múltiples ocasiones, los elementos tienen comprometida la integridad del material y no es posible obtener una respuesta que satisficiera un resultado eficaz.

Por ejemplo, la valoración del estado fisicoquímico es distinta en elementos como el plástico de tereftalato de polietileno, más conocido por sus siglas como PET, este material es considerado como un residuo orgánico por la presencia de carbono al igual que los residuos de alimentos.

Sin embargo, al PET se le considera necesaria su separación de otros residuos al momento de clasificarlos, esto sucede por su naturaleza y lo que implica en su valoración. El PET es mayoritariamente plástico y reduce su calidad para someterse en un proceso de reciclaje. Por tal razón, la siguiente clasificación atiende a la composición de los residuos para su valorización.

Los criterios para la clasificación deben considerar primordialmente los resultados obtenidos del estudio de composición y caracterización de residuos sólidos del área a intervenir, de los recursos disponibles y tipos de residuos valorizables del área; por ejemplo, en el estudio realizado algunos de los residuos pueden no ser valorizable debido a que no existe

mercado en el área o su generación es mínima. (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2018, p. 7)

La importancia de otorgar una clasificación a los residuos es para abordar problemas medio ambientales a través de estudios de composición y caracterización de residuos sólidos. Estos estudios se realizarán mediante la base de una metodología confiable que identifique los tipos de residuos sólidos más generados y valorizables, lo que permite determinar el tipo de clasificación a considerar.

Se inicia esta metodología con el establecimiento de la clasificación primaria. En esta se encuentra lo orgánico e inorgánico; sin embargo, en otros casos podrá ampliarse a la clasificación secundaria. En esta se utilizan contenedores de residuos rotulados para recolectar papel y cartón, plástico, metal y vidrio. Esta actividad propicia una mejor calidad en la recuperación de los residuos.

1.3. Residuos de tipo orgánico

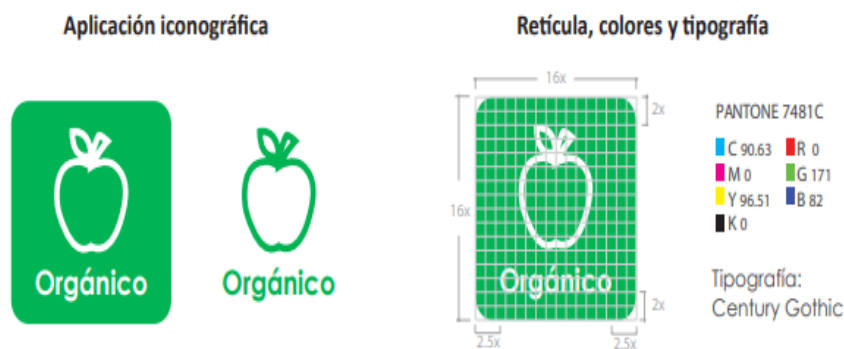
Los residuos sólidos orgánicos son aquellos que provienen principalmente de los productos que son de origen animal y vegetal, estos residuos también son los restos de alimentos, de agricultura y jardinería que proceden de los domicilios y algunos comercios.

En Guatemala, se calcula que estos residuos orgánicos representan más del 50 % de los residuos sólidos generados en los hogares. Entre sus características principales está su rápida descomposición que paulatinamente afecta el medio ambiente.

Los desechos orgánicos, al tratarse inadecuadamente, generarán malos olores, proliferación de fauna como roedores, insectos. Además de otros elementos, nocivos para las personas dentro de los hogares por la emisión de gas metano, considerado como uno de los principales gases causantes de la alteración del efecto invernadero, precursor del cambio climático y es el contaminante en constante producción y utilización en los hogares. Por otro lado, el efectivo tratamiento de los desechos orgánicos beneficiará a la población.

“El manejo adecuado de estos residuos orgánicos putrescibles permite la elaboración de abono orgánico, también conocido como compost, que es de gran utilidad para la agricultura, jardinería y recuperación de suelos”. (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2018, p. 8)

Figura 1. **Identificación de residuos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Draw.io.

1.4. Residuos de tipo inorgánico

Los estudios de caracterización de los residuos sólidos son fundamentales para evidenciar, cuáles son los elementos más recurrentes según las actividades

del área de intervención. Los residuos se clasificarán según su tipo y se colocarán en contenedores identificados. La caracterización de residuos, facilita identificar los contenedores a considerar para una categoría secundaria.

Sin embargo, existe la posibilidad en la que algunos residuos sólidos se produzcan en menor cantidad, por lo tanto, ese contenedor servirá para introducir desechos cuando otro se encuentre lleno. A esta acción se debe exceptuar los residuos y desechos sólidos orgánicos, peligrosos y especiales.

Los residuos inorgánicos agrupan a todos los residuos que no tienen procedencia biológica. En cambio, su origen emana de forma artificial. Se trata de residuos no biodegradables que no logran reintegrarse al ecosistema naturalmente. Si lo hacen, emiten sustancias nocivas al medio ambiente (ProCycla, 2021, párr.1)

Es considerable que todos los desechos de carácter inorgánico provienen principalmente de transformaciones químicas que son realizadas para generar un producto. Estos productos tienen la característica principal que son derivados del petróleo. Son utilizados en diversas áreas para la fabricación de productos, útiles en los hogares, oficinas, comercios y servicios.

- Residuos plásticos

El plástico posee patrones moldeables en la producción para uso y consumo. En la actualidad, presentan una gran tendencia en la utilización de este material, debido a que son económicos, livianos, flexibles, impermeables. Son ideales para almacenar alimentos. Su naturaleza les da un periodo de utilidad variado que unos se desecharán de inmediato y otros durarán años para cumplir una función específica.

Los plásticos son derivados del petróleo, por lo tanto, su característica es ser un recurso no renovable y por ello es necesario su acopio y reciclaje para evitar un mayor daño ambiental debido al abandono de este material. Las industrias fabricantes de productos de plásticos, identifican con un signo y un número las veces en que este se ha utilizado. Los envases reusables de alimentos son marcados con un número del uno al siete y es visible en el exterior.

La clasificación de los plásticos se realiza mediante el Código de Identificación de Resinas o Código de Identificación del Plástico emitido por la Sociedad de Industrias de Plástico SPI por sus siglas en inglés y aceptado mundialmente.

- Tereftalato de polietileno (PET o PETE)

Este plástico tiene dentro de sus características el tereftalato de polietileno. Este elemento es transparente y no transpira. El tereftalato es considerado uno de los elementos más reciclados a nivel mundial y se debe a que se encuentra en envolturas de plástico, botellas plásticas y envases de alimentos.

En la superficie de estos productos se encuentra el símbolo formado por tres flechas que forman un triángulo y he indica que es un producto reciclable con el número 1 en el centro.

- Polietileno de alta densidad (HDPE)

Este tipo plástico también es el denominado como polietileno de alta densidad y se indica con el número 2 dentro del triángulo de flechas. Este material se encuentra principalmente en productos como los tetrabriks. Estos elementos se reciclan en el contenedor para plástico color amarillo. El polietileno sirve para fabricar envases para alimentos, cosméticos, limpieza y tuberías.

- Policloruro de vinilo. (PVC)

Conocido como PVC, el policloruro de vinilo, se utiliza para la fabricación de tuberías, canalones, cables, algunas botellas y garrafas, algunos paquetes de alimentos, botellas de detergente líquido, conos para tráfico, entre otros. El residuo de este tipo de plástico tiende a ser uno de los más peligrosos para la salud y el medio ambiente.

- Polietileno de baja densidad (LDPE)

Se encuentra codificado en el sitio número cuatro respecto a la clasificación de reciclaje para su tratamiento. Es un plástico reciclable que se emplea principalmente en productos como las bolsas de congelados, bolsas de basura, papel de cocina transparente o film, botellas de plástico blando, entre otros.

- Polipropileno. (PP)

Está presente en los sistemas de construcción y la industria automovilística, además se encuentra en las pajitas para beber líquidos, las tapas

y tapones plásticos de algunos envases plásticos. Este plástico reciclable se marca con el número 5 dentro del símbolo de flechas.

- Poliestireno. (PS)

El poliestireno se marca según el código de reciclaje como el número 6 dentro del triángulo con flechas.

Como ejemplos de tipos de plásticos PS o poliestireno encontramos algunos juguetes, cubiertos, embalajes y corcho blanco muy conocido por las marcas exponentes a nivel internacional como lo son Porexpan y por Unicel que es usado para empaquetar y proteger productos electrónicos y electrodomésticos (Juste, 2020, párr. 11)

- Otros tipos de plásticos

Aparte de la clasificación de los plásticos ya explicada, hay más formas de clasificarlos y más tipos de plásticos, en los cuales se pueden clasificar y diferenciar según su tamaño macro o micro, su capacidad de biodegradación más allá de si se recicla o no en las plantas de reciclaje, etcétera. (Juste, 2020)

Principales tipos de plásticos alternos a la clasificación principal y que se encuentran en la denominación de otros plásticos:

- Plásticos de carácter bioplásticos

Estos son producidos a base de recursos totalmente naturales o biológicos y son los que tienen más características de ser renovables. Algunos de ellos son:

- El almidón para PLA (ácido poliláctico)
- La caña de azúcar para el etileno
- La caña de azúcar para polietileno

- Plásticos de carácter biodegradables

Algunos de estos plásticos son confundidos con los bioplásticos, pero en este caso se sostiene que, los biodegradables, se degradan por algunos microorganismos en condiciones ambientales concretas. Esto ayuda al ecosistema debido a que, al degradarlos, estos microorganismos convierten el plástico en biomasa, gases y agua. En la actualidad contribuye a ser un material de mayor uso por la sociedad.

- Plásticos de tipo termoplásticos

Los termoplásticos están compuestos de un plástico que se derriten al entrar en contacto con altas temperaturas y, cuando se enfrían, vuelven a formarse en una consistencia dura. Por lo que, se trata de ciertos polímeros que se funden y se pueden modelar de nuevo, prácticamente de forma continua e indefinida.

Debido a este comportamiento químico, los termoplásticos se reciclan mediante un proceso mecánico. Como ejemplos de elementos termoplásticos se mencionan:

- Policloruro de vinilo
 - Poliestireno
 - Polipropileno
 - Polietileno
 - Tereftalato de polietileno
 - Policarbonato
- Plásticos termoestables

Este tipo de plástico es lo contrario a los elementos termoplásticos. Se trata de una clasificación de materiales que, una vez se calientan y se moldean, no podrán derretirse o fusionar otra vez. Por lo tanto, no cambian de forma. En este tipo de plástico se encuentran:

- Baquelita
- Caucho natural vulcanizado
- Caucho sintético
- Poliuretanos
- Urea Formaldehído Espuma
- Resinas insaturadas de poliéster
- Resina epoxi
- Siliconas
- Melamina

- **Microplásticos**

Son un tipo de plásticos más conocidos por su tamaño. Han tenido un auge reconocido por su contaminación en el medio ambiente y el peligro que suponen para la salud de los seres humanos. Lo anterior, a causa del uso de estos plásticos en productos de uso personal. Se trata de pequeñas partículas sintéticas que se originan a partir de algunos derivados del petróleo. Este material tiene un tamaño aproximado menor de 5 mm, y por esta razón, llegan a través de alimentos provenientes del mar, llegando así a la contaminación alimenticia.

El reciclaje de este tipo de plástico favorece al medio ambiente pero la extracción y transformación del petróleo para su elaboración tiende a ser más dañina que el producto final.

1.5. Residuos de papel y cartón

Este material se considera como uno de los más utilizados, de manera cotidiana, por la sociedad. Este elemento se utiliza en todas las actividades del hogar y comercios. En la actualidad lo destacado es su empleo para educación, labores de oficina e industria, manejo y envío de empaques y embalajes. Múltiples procesos se necesitan para elaborar este tipo de materiales, en caso especial del papel y cartón se requiere la madera de los árboles. Se estima que son empleados diecisiete árboles adultos para producir una tonelada de papel.

Se considera que los principales problemas ambientales en la producción del papel son el excesivo consumo de agua y la generación de aguas residuales usadas en el proceso de producción y blanqueo. Al reciclar el papel se ahorrarán recursos en su fabricación, como la madera, agua, químicos, energía eléctrica. Sin embargo, es importante su acopio adecuado para evitar que se contamine con alimentos y sustancias grasosas que dificultan su reciclaje.

1.6. Residuos de vidrio

Este es uno de los materiales con mayor preferencia para el almacenamiento de distintos tipos de alimentos. En las bebidas se propiciaba el uso retornable de los envases. Entre sus principales cualidades se encuentra que, es un material con alta estabilidad y fácil aseo; sin embargo, debido a su alto valor de producción y la fragilidad que tiene este material y sumado al peso, ha sido reemplazado en la mayoría de los casos por otras opciones como el plástico.

Los envases de vidrio pueden ser reutilizados decenas de veces y, si en caso son dispuestos para reciclaje, el material en su totalidad puede recuperarse, no obstante, demanda un gran requerimiento energético para su propio reciclado. (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 2018, p. 10).

1.7. Residuos de metal

Los metales en su mayoría representan uno de los principales materiales utilizados para la elaboración de una gran variedad objetos para cada estrato económico y en general para la sociedad en el impuso de su desarrollo. Sin embargo, su proceso de obtención y transformación no es nada amigable con el medio ambiente. Como resultado de su proceso tiende a contaminar el agua, además, del uso excesivo la energía no renovable empleada para crearlo. En cualquier ámbito social los desechos del metal están presentes en la basura general.

La ventaja del metal al ser incorporado en los procesos industriales que existen para promover el reciclaje es que se puede recuperar en su totalidad, por lo que es empleado nuevamente en diferentes productos. Al disponer el metal en

rellenos sanitarios se genera un proceso de oxidación que producen líquidos altamente contaminantes para los ecosistemas y la salud humana.

1.8. Residuos de multicapas

Su nombre hace referencia a la composición del elemento el cual se prepara de diferentes materiales en orden de capas. Se utiliza en su conformación el aluminio, plástico y cartón. Estos productos son empleados para envasar líquidos y productos alimenticios.

Se dificulta su degradación en los rellenos sanitarios municipales, debido a la forma en que están elaborados. La incorporación de este producto en procesos de reciclaje es de suma importancia para evitar el daño ecológico de una ciudad. Los desechos o residuos son un contaminante constante. Su utilización es mayoritariamente en la industria alimenticia, por lo tanto, provoca grandes cantidades de desperdicio.

1.9. Características de los residuos sólidos

Los residuos sólidos se denominan según características especiales y la de peligrosidad. Estas características van implícitas en su naturaleza y su contacto con el medio ambiente tendrá repercusiones dañinas.

- Residuos de características ordinarias

Estos son los que se consideran como consecuencia de una actividad normal de la rutina diaria en hogares, hospitales, comercio, centros escolares, entre otros.

- Residuos de características biodegradables

Son productos de fácil absorción y son amigables con el medio ambiente, su utilización no es dañina si las condiciones son favorables, entre los productos usados están los jabones y papel higiénico. Por lo tanto, su caracterización de descomposición es muy sencilla y sustentable para el medio ambiente.

- Residuos de características inertes

Los residuos inertes no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas o en caso de hacerlo su repercusión es mínima. Por su naturaleza no son solubles, combustibles, no reaccionan química, física o mecánicamente cuando entran en contacto con el entorno o con otros materiales. No son biodegradables, aunque, por ser inocuos, pueden utilizarse como materiales de relleno en obras, de ahí la importancia de saber reconocerlos y de gestionarlos adecuadamente.

Estos materiales son duros como piedras, escombros, arena, asfalto ladrillos, madera, vidrio, yeso y metales. Su principal característica es que no se descomponen fácilmente, todo lo contrario, tardan mucho tiempo en hacerlo.

- Residuos de características reciclables

Son los que permiten la reutilización del producto, por lo tanto, tienen una vida útil mucho más larga. Son diversos los materiales que poseen estas características. Se deben someter, estos materiales, a determinados procesos. Los materiales con mayor índice de reciclaje son: telas, vidrios, determinados plásticos y papeles.

- Residuos de tipo especiales

Son aquellos que, sin ser peligrosos específicamente por su naturaleza, pueden llegar a impactar el medio ambiente o la salud. Debido al volumen de generación y la difícil degradación que tienen estos materiales, se requiere implementar un sistema de recuperación cuyo fin es reducir la cantidad de desechos generados. Para que el tratamiento de estos desechos sea eficiente se necesita evitar una recolección inadecuada. Así también, reducir el tiempo de vida de los rellenos sanitarios.

Entre los ejemplos de estos desechos se encuentran: el ripio o escombros, colchones, muebles y llantas, que en su mayoría pueden someterse a un proceso de reciclaje al ser adecuadamente dispuestos. Dentro de los residuos y desechos comunes no se consideran los residuos peligrosos y especiales; sin embargo, se hace referencia de estos para su reparo y oportuna atención en caso de que existiera presencia de ellos.

- Residuos de tipo peligrosos

Los residuos y desechos peligrosos son los productos generados por las diferentes y constantes actividades humanas. Donde se pone sustancial o potencialmente en peligro la salud humana. Esto afecta el medio ambiente cuando son desechados como residuos comunes y manejados inadecuadamente.

Entre los residuos de tipo peligroso están:

- Las pilas
- Lámparas fluorescentes

- Aparatos eléctricos
- Acumuladores
- Productos químicos
- Medicamentos
- Cadáveres
- Jeringas
- Pañales
- Toallas sanitarias

Este tipo de elementos no deben mezclarse con los demás residuos domiciliarios o urbanos. Los encargados o autoridad competente de limpieza deben encaminar su gestión sobre la forma de disponerlos adecuadamente para no afectar la salud y el medio ambiente.

1.10. Desechos peligrosos y bioinfecciosos

Son los generados durante las diferentes etapas de atención de la salud humana o animal en procesos como el diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones y otros que se llevan con medicamentos o algún químico. Representan diferentes niveles de peligro potencial al medio ambiente y a la salud, de acuerdo al grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

1.11. La contaminación por residuos sólidos

La contaminación que es creada por una inadecuada manipulación de los residuos sólidos afecta principalmente al ecosistema, lo que provoca un cambio ambiental en la zona en la cual se depositan los desechos que son producidos por una comunidad.

Se afecta al medio ambiente de una manera directa al momento de una manipulación equivocada a ciertos productos que son desechados de lugares como: domicilios, empresas y comercios. Estos productos que son de adquisición inmediata, son tratados por parte de los sistemas de recolección de desechos.

Ahora bien, el medio ambiente es afectado cuando entidades comerciales no tienen el cuidado de separar los desechos y estos son arrojados en forma conjunta. De igual manera pasa en las zonas residenciales cuando los habitantes no tienen la costumbre de realizar una separación eficiente de sus desechos y estos son vertidos de la misma forma que en el sector comercial.

En la mayoría de los hogares no se cumple con la función ecológica de separar los residuos por categorías. Durante la recolección, únicamente se recogen depósitos completos con diferentes desechos vertidos en su interior. Esto provoca que, en los lugares de tratamiento se realice poca o nula actividad de reciclaje.

Una menor actividad de reciclaje propicia un impacto ambiental negativo con consecuencias en la comunidad. Estas consecuencias ambientales ocasionan efectos dañinos sanitarios y un déficit en el desarrollo social a causa de enfermedades originadas por la contaminación de desechos deficientemente tratados.

Entre los principales cambios y afecciones ambientales debido a esta mala implementación de la recolección de los residuos sólidos se encuentran los siguientes aspectos:

1.12. Impactos ambientales atmosféricos

Debido a la degradación de la materia orgánica presente en los residuos produce una mezcla de gases conocida como biogás, compuesta fundamentalmente por metano y dióxido de carbono, los cuales son reconocidos como gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al proceso de cambio climático. (Díaz, 1989, p. 25)

Estos gases producen un efecto ambiental negativo. Los países, a medida de lo posible, unen sus esfuerzos para combatir el impacto de estos gases en zonas sensibles del planeta donde la ecología está en riesgo. Otra actividad que impacta dañinamente al medio ambiente y a los seres vivos es la quema de desechos a cielo abierto, producido en los vertederos municipales o comunitarios. Este proceso de quema de desechos produce dioxinas y furanos, altamente dañinos por sus propiedades de toxicidad, inestabilidad química y bioacumulación en los tejidos grasos de los animales.

1.13. Impactos ambientales al suelo

El derrame en el suelo por los desechos que contienen químicos afecta la naturaleza de esta y genera daños irreparables. Los siguientes elementos son altamente contaminantes para el suelo:

- Aceites,
- Grasas,
- Metales pesados y;
- Ácidos, entre otros residuos contaminantes.

Estos alteran significativamente las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos. Así también, afecta su función como filtro de aguas produciendo un cambio ambiental en la zona con mayor contaminación.

1.14. Impacto ambiental los recursos hídricos

Las aguas superficiales y subterráneas tienen mayor posibilidad de ser alteradas sus características hidráulicas por la contaminación de los desechos deficientemente tratados. La calidad del agua se ve afectada directamente por el aumento de la contaminación y sus efectos negativos repercuten en la fauna y flora. Los contaminantes anteriormente indicados producen los siguientes organismos:

“Microorganismos patógenos bacterias, virus, protozoos y otros organismos transmisores de enfermedades.” (Díaz, 1989, p. 25).

Los desechos orgánicos son elementos que se descomponen por bacterias aeróbicas. Estas generan sustancias químicas inorgánicas como los ácidos, sales y gases tóxicos. Se incluye en este listado, los nutrientes vegetales inorgánicos que contienen nitratos y fosfatos, estos provocan el crecimiento desmesurado de algas. El petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, entre otros., son compuestos orgánicos nocivos para el agua ya que produce la muerte de las especies marinas.

El agua sufre contaminación por sedimentos y materiales suspendidos conocidas como sustancias radiactivas en las que se encuentran los isótopos radiactivos. La contaminación térmica es generada por procesos industriales o centrales de energía.

1.15. Impacto ecológico que daña la flora y fauna

El impacto recae en los líquidos lixiviados. Estos son líquidos que emanan a través de los residuos sólidos depositados y que extrae sólidos disueltos o suspendidos materiales a partir de ellos. La función de este proceso es, degradar los materiales orgánicos. Esto ayuda a la conservación del medio ambiente.

La falta de recolección y tratamiento de los líquidos lixiviados en los sitios de disposición de desechos es un ejemplo claro de los múltiples impactos negativos sobre el medio ambiente por un manejo deficiente de los residuos. Por lo que, su derrame, constantemente es provocado por la disposición inadecuada que se da al momento de la recolección de los desechos. Esta situación ocasiona la contaminación del suelo, las aguas subterráneas, daña la agricultura y afecta la flora y la fauna.

La contaminación llega a niveles de encontrarse en aguas superficiales, de utilidad para comunidades y para la flora y fauna que habita en alrededores. Lo anterior, conlleva a la pérdida del recurso hídrico para el consumo humano o uso recreativo.

Los impactos sobre el ambiente son mayores cuando se considera el término en su concepción amplia.

La emisión de olores molestos, humo y gases peligrosos, y el deterioro paisajístico por soluciones no adecuadas de disposición final, potencian la pérdida de valor de los terrenos e inmuebles de la zona de influencia. La gestión deficiente de los residuos también produce otros impactos sobre la actividad económica, afecta las exportaciones, el turismo y el desarrollo local. (Zamora, 2012, p. 31).

1.16. Aspectos socioculturales de la contaminación

La cultura define mucho de la relación que tiene una sociedad con el cuidado y respeto del ambiente, parte de esta relación es el manejo que le brindan a los desechos sólidos que son generados, desde los hábitos de consumo, los materiales utilizados en los productos, el lugar y la forma de disponer de los desechos, terminar con la disposición final seleccionada. (Vargas, 2007, p.31).

Lo anterior expone que, existe la falta de educación respecto a la relación de la sociedad con el medio ambiente y la acción del reciclaje. En el medio nacional esta carencia de cultura se observa en las distintas zonas del país donde proliferan los basureros clandestinos.

Existe una relación entre la generación de desechos en diversas zonas rurales y urbanas. Este fenómeno se vincula con las tasas demográficas de crecimiento poblacional. De tal manera, se logra evidencia que, a mayor población, mayor será la generación de desechos de cualquier tipo.

Con base en tasas estadísticas se podrán medir flujos demográficos con relación a la población y permitirá efectuar, con mayor facilidad, comparaciones entre dos o más poblaciones, sin importar el tamaño territorial de la zona. Se necesita recabar información valiosa para el estudio, desde áreas en kilómetros cuadrados (km²), volúmenes en peso de la basura desechada mediante el peso en libras (lb) con el fin de conocer la cantidad estimada de habitantes y la cantidad de residuos que esta emite. Las estadísticas ambientales se concedieran herramientas de gran valor, que permiten visualizar el impacto que provoca una sociedad o población al medio ambiente.

Al tener datos estadísticos se plantearán métodos y procesos para solucionar problemas complejos relacionados con el medio ambiente. Por ejemplo, abordar la problemática mediante el muestreo, diseño de redes de medición, análisis de datos espaciales, análisis de tendencia en series de tiempo y el análisis de valores. La información estadística ayudará a determinar las formas adecuadas y eficaces para el control y eliminación de los desechos sólidos.

1.17. Formas de clasificación de los residuos

Las formas de clasificar los recursos sólidos domiciliarios, dependerá de la zona en la que se practique la recolección. Según el tipo de desechos, así se realizarán los procesos y métodos de manipulación.

- **Clasificación por materiales**

Clasificación según sus componentes materiales, es decir, los elementos que integran su forma:

- Desechos de tipo sólidos urbanos
- Desechos utilizados en la construcción
- Desechos provenientes de agropecuarios
- Desechos provenientes sólidos hospitalarios
- Desechos sólidos de depuradoras de agua (lodos)
- Desechos de incineración
- Desechos industriales

Los Desechos Sólidos Urbanos, denominados comúnmente como basura, son producidos por los habitantes de las poblaciones, estos pueden llegar

a tener altos niveles de generación y mala disposición, por lo que representan serios problemas para su manipulación debido a sus volúmenes que se generan diariamente. (Zamora, 2012, p. 7)

- Clasificación por procedencia

Se clasificar por su conformación porque es parte de las actividades humanas:

- Desechos domiciliarios: Son los que provienen de actividades propias de un hogar, dentro de estos residuos se encuentran restos de comida, papel, vidrios, material de embalaje y demás bienes de consumo familiar.
- Desechos voluminosos: También son de origen doméstico; pero por su volumen y peso se clasifican aparte debido a la aplicación de un tratamiento diferente, por ejemplo: los muebles u otra clase de objetos obsoletos y de gran tamaño.
- Desechos Comerciales: Principalmente originados por actividades comerciales propias de cada población. El tipo de residuo responde en función al comercio o industria que lo genere.
- Desechos de calle: Es todo tipo de desecho encontrado en la vía pública. En ocasiones son elementos naturales que se mezclan con los desechos sólidos tirados por la población. Entre estos están: envolturas, telas, papeles, hojas, ramas, piedras, tierra, entre otros.

- Clasificación por degradación

La degradación de los desechos en el ambiente depende de las condiciones ambientales naturales a las que los desechos están expuestos, tales como sol, lluvia, temperatura y la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, las sustancias se descomponen en los elementos químicos que conforman estos desechos. (Zamora, 2012, p. 30)

El tiempo de biodegradación es un factor importante para considerar en todo tipo de residuos. Así también, la biodegradación dependerá de factores exteriores como: la estabilidad que presentan las moléculas que conforman los residuos, el medio en el que se encuentra por la disponibilidad para los agentes biológicos por su constante cambio según el clima y humedad.

“La estimación del periodo de desintegración de los desechos puede variar notablemente, los tiempos de degradación presentados a continuación son estimaciones.” (Zamora, 2012, p. 18).

- Rango de descomposición de 1 a 6 meses

En este rango se encuentran elementos como una fruta caída, que tarda poco más de un mes en degradarse por ser un elemento natural. Este proceso se origina por la acción de hongos y bacterias a temperaturas adecuadas que ayudan al proceso de descomposición y en ocasiones lo vuelve fertilizante. Sin embargo, hay excepciones en las que influyen los climas fríos y zonas elevadas. La fruta, por estar compuesta esencialmente de agua celulosa y azúcar, en una temperatura helada puede persistir hasta medio año sin descomponerse.

- Rango de descomposición de 1 año

En este tiempo de descomposición se encuentra el papel que está compuesto por material orgánico en forma de celulosa. Bajo la acción de hongos y bacterias se descompone e integra sus componentes orgánicos al suelo. Ahora bien, la absorción o descomposición en la naturaleza podrá dificultarse a causa de las características del papel y las condiciones climáticas o del suelo. Por lo anterior, al papel se le considera como un desecho reciclable.

- Rango de descomposición de 1 a 2 años

En este rango se encuentran materiales como las colillas de cigarrillo con filtro, en la cual, bajo la acción de los rayos solares, puede emplear un periodo de descomposición hasta de dos años. El proceso es lento por la unión de materiales como el algodón con papel, pegamentos y químicos, algunos de estos de calidades sintéticas.

Esto se debe a que el filtro es de acetato de celulosa y las bacterias del suelo, especializadas en descomponer materia orgánica, no pueden afectarla inicialmente. Si se encuentra en agua, la desintegración es más rápida, pero bastante más contaminante. (Díaz, 1989, p. 30)

- Rango de descomposición de 5 años

Es el tiempo en que tarda un trozo de chicle para deshacerse. Por acción del oxígeno del ambiente, se vuelve un material muy duro y con el tiempo empieza a resquebrajarse hasta desaparecer. El chicle es una mezcla de gomas de resinas naturales, sintéticas, azúcar, aromatizantes y colorantes, por lo que degradado casi no deja rastros.

- Rango de descomposición de 10 años

Se encuentran productos como las latas de aluminio que tienen un tiempo de descomposición de diez años. En la naturaleza se transforma en óxido de hierro debido al espesor de dos décimas de milímetro de acero recubierto de barniz y de estaño que facilita su oxidación. Una vez el material está oxidado, bajo condiciones como la lluvia y humedad se emplearán alrededor de otros cuarenta años para descomponerse totalmente.

“Un objeto de aluminio puro, abandonado al aire libre, podría durar hasta cien años antes de convertirse en polvo. En el reciclaje, el aluminio es un material que se puede recuperar casi por completo.” (Zamora, 2012, p. 18)

Otro elemento tomado para ejemplificar este proceso, son los vasos desechables de polipropileno estos contaminan menos que los de poliestireno. Pueden llegar tardar una década en degradarse porque el plástico queda reducido a moléculas sintéticas, invisibles, pero presentes dentro de la naturaleza y esta situación provocará tarde o temprano la una alteración ecológica.

- Rango de descomposición de 30 años

En este tiempo se descomponen los envases tetrabrik los cuales están compuestos alrededor de un 75 % por celulosa, un 20 % por polietileno puro de baja densidad y un 5 % de aluminio. Por esta unión de elementos tarda más en degradarse. El material de la celulosa en un estado de aire libre, desaparece en poco más de un año en cambio el aluminio puede emplear hasta cien años para su degradación.

Sin embargo, el polietileno es necesario que pasen más de cien años para que se degrade, las lacas y espumas también tardan varias décadas en descomponerse esto debido que su estructura metálica hace que resistan a la degradación natural. (Zamora, 2012, p. 19)

- Rango de descomposición de 100 años

Se encuentran productos como los mecheros o encendedores los cuales están fabricados en acero y plástico lo que hace que tarden más tiempo en descomponerse. El acero no expuesto al aire libre, requiere cincuenta años para poder degradarse mientras que el plástico necesita cien para que se lleve por completo el proceso de degradación. Por lo tanto, son materiales muy contaminantes y no se degrada fácilmente.

“Además hay que tener en cuenta que algunos modelos contienen elementos como zinc, cromo, arsénico, plomo o cadmio lo cual es tóxico para el suelo y el agua.” (Fraume, 2008, p. 415)

Otros productos que tardan en descomponerse son los zapatos deportivos, debido a que están fabricados con cuero, tela, goma y espumas sintéticas.

“Los zapatos tienen varias etapas de degradación y lo primero que desaparece son las partes orgánicas de tela o cuero. Sin embargo, su interior no puede degradarse, simplemente se reduce a moléculas más simples.” (Fraume, 2008, p. 196)

- Rango de descomposición de 400 años

En este rango entran los materiales y productos a base de plástico como lo son: las bolsas de plástico fabricadas en polietileno de baja densidad y tarda entre 100 a 400 años en degradarse. Lo anterior, tiene como circunstancia que dependerá de su espesor y densidad, sumado a ellos las condiciones climatológicas y ambientales que favorezcan a su destrucción.

“El gran problema se debe a que el plástico, mediante su proceso de degradación, origina partículas microscópicas que son liberadas al medio ambiente y origina la contaminación blanca que se introduce dentro de la cadena alimentaria.” (Zamora, 2012, p. 19)

En la actualidad las industrias añaden compuestos químicos al polietileno. Estos compuestos poseen un catalizador con fin de acelerar su degradación. De esta manera, se crea una opción viable para reducir el volumen de bolsas a gran escala por el uso de bolsas de bioplástico que se degradan de forma natural.

- Rango de descomposición de 100 a 1,000 años

Son materiales que tienen alto grado de resistencia como las botellas de plástico resistentes a la transformación. Este residuo al aire libre pierde su complejidad y provoca su fragmentación y dispersión sin deteriorarse. Las botellas duran más enterradas porque la mayoría están fabricadas de tereftalato de polietileno (PETE). Este material es difícil de descomponer ya que los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlos y provoca que su descomposición sea excesivamente lenta.

Aunque las botellas parezcan ser fabricadas de un material frágil debido que se rompen fácilmente, sin embargo, para los diferentes componentes naturales que se encuentran en el suelo es una tarea difícil degradarla, por lo que, se ha estimado que este tiempo puede llegar a ser hasta de 4,000 años para su descomposición completa y que, si se trata por una composición formada por arena y carbonatos de sodio y de calcio, es reciclable en un 100 %.

Los estudios revelan que los vasos y platos desechables de polipropileno tardan más de 1,000 años en degradarse. Estos utensilios son empleados para entregar comida rápida. Los productos de polipropileno contaminan menos que los de poliestireno, material utilizado en el embalaje de electrodomésticos. El plástico usado en su fabricación queda reducido a moléculas sintéticas, invisibles pero presentes en el medio ambiente causando un daño ecológico.

Las pilas son productos cuya degradación tarda aproximadamente 1,000 años. Esto sucede por su fabricación con elementos extremadamente contaminantes que no se degradan totalmente como el mercurio, zinc, cromo, arsénico, plomo o el cadmio. Estos elementos apenas sufren cambios a los 50 años que es el momento en que se inicia su degradación, pero seguirán con una carga tóxica durante más de mil años.

El mercurio es considerado como el metal más nocivo. Cuando entra en contacto con el agua produce una sustancia denominada metilmercurio. Este compuesto entra en contacto con los alimentos ocasionando en las personas desordenes en el sistema nervioso y muerte en la flora y fauna.

“Estudios especializados realizados en un micrópilo de mercurio, puede llegar a contaminar 600,000 litros de agua, una de zinc-aire 12,000 litros, una de

óxido de plata 14,000 litros y una pila común 3,000 litros en 4,000 años” (Fraume, 2008 p. 291)

1.18. Ciclo de Vida de los residuos sólidos

Los residuos sólidos tienen un ciclo de vida manejable mediante procesos y sustancias. De esta manera se obtendrán beneficios de retorno sobre de esos desechos. Los residuos se generan según la relación económico social de la población. Es así, como se los elementos se producen, manipulan y desechan. Para su definición se toman en cuenta aspectos como tiempo, espacio y cultura. Además, se considerar su composición, fuente que lo genera, el impacto que tendrá sobre el ambiente y la salud humana, en las regiones contaminadas o con problemas de los residuos.

Por lo tanto, es necesario hacer una definición que englobe las generalidades ante la diversidad que surgen al momento de realizar un análisis. Se considera como residuo toda aquella materia que no tiene valor para el usuario o propietario que lo generó y transformó. El usuario del elemento define su contexto evalúa el servicio y utilidad del bien y decide desprenderse él. La forma de sacarlo de sus propósitos es verterlo a la basura.

En un contexto de desarrollo sustentable, es decir, aquel que equilibra los aspectos ambientales, sociales y económicos, se propone en este trabajo el manejo integral de los residuos con un enfoque de seis R 6 R's: Reducción, Reciclado, Responsabilidad, Relevancia, Rentabilidad y Reúso 6R's. (Universidad Nacional de México, 2018, p.1)

Ahora bien, antes de tirarlo a la basura, el usuario decidirá el método de reciclaje para que el desecho no afecte a la sociedad y al medio ambiente. Por lo

anterior, se estudian los desechos conforme a nuevas y mejoradas características de sus elementos, daño que provocará en el medio ambiente, manejo y gestión por la alta generación, nivel de composición, la cantidad de densidad y el contenido de energía de los materiales que se emplearon para la fabricación.

El manejo integral de los desechos tendrá como actores a los sectores de la sociedad regulados por las instituciones públicas cuyos esfuerzos recaen en la implementación de ciclos de reciclaje tomando en cuenta las características de los desechos.

1.19. Ciclo del manejo Integral de los residuos

Existen diferentes procesos y subprocesos respecto al ciclo de manejo de residuos y dependerá del autor y la región de estudio. Antes de iniciar el ciclo se den de tener en cuenta las propuestas de los diferentes sectores sociales e institucionales bajo planteamientos consultados e impulsar en conjunto un enfoque con importancia en los residuos domiciliarios con una visión especial sobre el tratamiento y manejo.

La gestión de residuos sólidos urbanos merece un manejo especial y acorde a la zona de estudio. El modelo propuesto para residuos domiciliarios es con base a un proceso de separación de elementos. Se analiza por separación, porque dentro de los contenedores de basura hay una gran variedad de residuos producidos de diferentes maneras con elementos propios y de tratamiento diferente.

En la historia, los primeros planteamientos para el tratamiento de desechos se desarrollaron en 1989 por la Environmental Protection Agency

(EPA) de EUA quien adoptó una jerarquía de prácticas para llevar a cabo una correcta administración de residuos. Por lo tanto, se creó una pirámide de cuatro pasos según el orden de importancia.

Figura 2. **Ciclo del manejo integral de residuos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

- Primer paso:

Reducción en la fuente: Establece volver a utilizar los productos y llevar a cabo la nueva formación casera mediante la conversión en abono acción conocida como estercolar la tierra con residuos de traspatio.

- Segundo paso:

Reciclaje de materiales: En esta acción invierten los materiales desechados para generar nuevos materiales que podrán utilizarse.

- Tercer paso:

Reciclaje de combustión: En paso da preferencia del tratamiento de residuos con base a la recuperación de energía y de esta manera brindar alternativas sustentables.

- Cuarto paso:

Relleno de tierras: Se realizan en obras de construcción con elementos previamente seleccionados, para que cumplan la función de crear bases sólidas para futuras construcciones.

El impacto de la jerarquía de administración de residuos de la EPA y de iniciativas similares en los niveles locales se advierte en la reciente tendencia a una mayor recuperación de productos para reciclaje y conversión en abono, y a una reducción en la eliminación de residuos sólidos municipales en rellenos de tierras. (Universidad Nacional de México, 2018, p. 12)

2. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS DOMICILIOS Y SU TRATAMIENTO

Para identificar los desechos es necesario describir de una manera teórica y práctica el entorno en que se originan los residuos sólidos de tipo domiciliar. Para plantear requerimientos que deberán tomar en cuenta las instituciones encargadas de la manipulación y posterior tratamiento de dichos residuos. En el ámbito nacional las instituciones gubernamentales encargadas son las Municipalidades en trabajo conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN.

2.1. El Servicio de recolección y transporte de los residuos

- **Recolección**

Este proceso se realiza por medio de un equipo especializado de personal y transporte de desechos. Estos los trasladan hacia un punto físico para el almacenamiento, tratamiento y disposición final. De tal manera, se evitarán daños medio ambientales.

- **Servicio de recolección**

Son entidades públicas o privadas que tienen a su cargo la recolección de desechos en los domicilios particulares y comerciales o en lugares destinados como vertederos públicos. Por la importancia que supone este proceso se necesita el compromiso de las autoridades gubernamentales para vigilar que los servicios de recolección sean eficientes.

En el ámbito nacional, en las cabeceras departamentales, los servicios de recolección son supervisados por las municipalidades en asociación con empresas privadas. En el servicio de recolección trabajan personas que lamentablemente no tienen el equipo de bioseguridad necesario y acorde a sus actividades.

- Cantidad recolectada por vehículo

Un camión utilizado para el servicio de recolección se encarga de transportar, conforme cada viaje que realiza, la cantidad aproximada de una tonelada y media al día es decir 3,307 libras. Esto equivale a 7.5 toneladas a la semana o 23,150 libras.

La mayoría de los desechos transportados son: papel, cartón, plástico, pañales, ropa, vidrio y en menor cantidad animales, aluminio, hierro y materiales hospitalarios. Por otro lado, se extiende la costumbre de vender desechos reciclajes, los cuales son comprados por recolectores informales para revenderlos a empresas recicladoras.

- Cobertura de recolección

El servicio de recolección debe cubrir la mayor cantidad de casas que conforman la zona destinada al servicio. Ahora bien, sería un beneficio completo que la recolección y el tratamiento de desechos fuera de la mano con la costumbre de clasificar los desechos por parte de la población.

La costumbre no es un factor incidente en la población y esto provoca que una baja en la recolección de residuos. Entre las diversas causas que se consideran como una baja en la recolección son las siguientes:

- Escasa conciencia: Sobre el manejo adecuado de los desechos por la población y falta de interés para realizarla. La disposición de los desechos es a criterio de los individuos, según su comodidad y práctica sin considerar el daño ambiental.
- Pago de servicio recolector: Un factor que influye en esta toma de decisiones es que, el pago del servicio, no cabe en las prioridades económicas familiares.
- Traslado propio: Parte de la población lleva sus desechos al botadero municipal. En el peor de los casos, son botados en lugares públicos, baldíos, orilla de los ríos y lagos. Esto último, es considerado como un mal hábito y provoca daños en el ambiente.
- Verter desechos en el agua: En invierno se originan practicas negativas al botar desechos en la calle para que se los lleve la corriente de agua lejos de sus casas y contaminar calles. Esta situación provoca la saturación en los colectores de agua, la obstrucción de tragantes y posteriormente inundaciones.

2.2. Transporte de desechos

Son vehículos destinados exclusivamente al transporte de la recolección de desechos domiciliarios. Estos reúnen características y condiciones mecánicas para recoger, resguardar y verter los desechos.

- Camiones recolectores con estructura abierta

Este tipo de camiones tienen barandales de madera, también se incluyen los de volteo. Se usan para residuos grandes como: ramas de árboles, muebles rotos, restos de trabajos de jardín y otros que ameriten el traslado inmediato por obstaculización de vías de comunicación.

- Camiones recolectores cerrados

Este tipo de vehículos recolectores debe tener el equipo mecánico necesario como: compartimento general cerrado con apertura hidráulica, cajas metálicas con puertas, sistema de volteo sin compactación y cajas cerradas con sistema para compactar basura.

Los equipos son a prueba de agua, para evitar el derrame de material suelto e impedir la filtración de los desechos líquidos del interior vehículo hacia afuera. Para esta actividad, se utilizan camiones con tapadera corrediza estos no son aptos para manipular los derechos. El inconveniente es la exposición a olores y el derrame de basura.

- Otro tipo de recolectores

Contrario a lo anterior, otra forma de transportar los desechos es mediante el uso de carretillas manuales. Esta práctica es común entre las personas que habitan cerca de: botaderos municipales, mercados y basureros clandestinos. Así también, los habitantes quienes tienen vehículos tipo pick up, se han acostumbrado a transportar sus desechos hacia los basureros. Comúnmente desechos provenientes de la construcción como: cemento, tierra, arena, pedrín y ripio.

- Traslado manual

Por último, una forma muy frecuente de llevar los desechos a los puntos de vertimiento es de forma manual, ya sea en bolsas plásticas o costales. El volumen es mucho más pequeño; pero la frecuencia de esta práctica es mayor.

2.3. La Reducción de los residuos

La finalidad del reciclaje es disminuir el gasto de materias primas, agua y bienes de consumo, así como el aporte de CO₂ a la atmósfera y el consumo de energía. La reducción puede realizarse en dos diferentes niveles: esto realizado con la Reducción del Consumo de Bienes o Productos, Reducción del "Consumo de Energía. Desde el punto de vista del consumidor, la reducción se puede llevar a cabo evitar los productos de consumo que se encuentran embalados, o una sustitución las bolsas de plástico por tela. (López, 2017, p. 41)

Lo anterior, es un extracto del manual que regula la recolección y transporte de desechos. Su finalidad es frenar el constante aumento del calentamiento global y el deterioro del medio ambiente. El problema es el uso excesivo de materiales nocivos para la flora y fauna. Estos ambientes ecológicos se ven afectados por la intervención humana desmedida. Disminuir la cantidad de elementos que se desecharán y reutilizar lo que así convengan, constituye parte de la solución para los problemas ambientales.

Este paso requiere de una significativa transformación en los modelos de producción y consumo: a nivel del fabricante, exige la introducción de mejoras tecnológicas que optimicen el diseño, manufactura y empaquetado de productos, empleando un volumen mínimo de materiales

y buscando una mayor vida útil; a nivel de la población, demanda la modificación de los comportamientos de consumo hacia un perfil sustentable y una actitud responsable al momento de elegir y usar los productos de consumo. (Coordinación Ejecutiva para el Desarrollo Sostenible Dirección Provincial de Relaciones con la Comunidad, 2015, p .17)

2.4. Como reducir de manera correcta

Según lo que expone la Coordinación Ejecutiva para el Desarrollo Sostenible Dirección Provincial de Relaciones con la Comunidad, las personas pueden disminuir el excesivo consumo de materiales y productos que contaminan el medio ambiente, mediante acciones de reciclaje y reutilización, así también el manejo eficiente de los desechos. Las siguientes recomendaciones son necesarias para la reducción de contaminantes.

- Elegir adecuadamente los productos que tengan menos envase y embalaje.
- Dar prioridad a los paquetes de cartón o papel y los envases de vidrio que son los menos perjudiciales en el medio ambiente.
- Reutilizar las bolsas para no provocar mayor demanda en la fabricación de estas.
- Solicitar que no envuelvan los objetos comprados, a menos que sea indispensable.

- Optar por adquirir nuevos productos en tamaño familiar y no de manera individual ya que generan menos residuos por unidad.

Atender al etiquetado de los productos para elegir los envasados que estén hechos de material reciclado o reciclable y aquellos identificados como biodegradables.

- Evitar el consumo excesivo e innecesario de papel y cartón, esto debido que son materiales hechos de celulosa extraída de los árboles.
- Imprimir en hojas sólo aquello que sea estrictamente necesario, y utilizar las hojas en doble cara.
- Evitar el uso de papeles de difícil reciclaje (plastificados, encerados, de fax, entre otros.) sólo cuando no exista otra alternativa, debido que son papeles que tienen un prolongado tiempo de descomposición.
- Elegir accesorios personales y aparatos para el hogar que tengan larga duración y puedan repararse en caso de deterioro para no deséchalos a corto tiempo.
- Evitar el consumo de productos en presentación de envase desechable y preferir productos de envase retornable.
- Reducir la utilización y consumo de bolsas plásticas.

2.5. La reutilización o reúso de los productos y materiales

Es la acción de utilizar nuevamente un residuo que ya había cumplido con su propósito. Los productos o materiales que no se descomponen fácilmente es posible volver a utilizarlos en diferentes procesos productivos como materia prima, entre estos residuos se encuentran: el papel, plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.

Entre más objetos puedan tener la ventaja de reutilizarse se gastarán menos recursos para volverlos a fabricar y como resultado habrá menos basura. Tal es el caso de las hojas de papel usadas de un lado y son reutilizadas para borradores en el otro lado.

Es otra de las actitudes que necesitamos poner en práctica para disminuir la contaminación y dejar de degradar el ambiente. Es necesario utilizar al máximo las cosas que ya tenemos, sin necesidad de tirarlas o destruirlas, es decir; alargar la vida de cada producto. (INECOL del Gobierno de México, 2021, p. 6)

La mayoría de los bienes o productos pueden tener más de una vida útil. Nuevamente se emplean separándolos en unidades más pequeñas o utilizándolos sin cambiar su estructura y volumen. Lo anterior, según los propósitos particulares con el fin de evitar comprar cosas nuevas y, sobre todo, aquellos artículos fabricados de materiales contaminantes como el plástico o unicel.

2.6. El reciclaje

Es el proceso por el cual los bienes fabricados, o los materiales utilizados para su fabricación, cuya vida útil terminó, son recuperados y nuevamente transformados en materiales o bienes útiles. El procesamiento de los elementos recuperados, que permite obtener productos reciclados iguales a los originales o fabricar otros diferentes, reduce la explotación de los recursos no renovables, permite ahorrar insumos, energía y resulta menos agresivo para el ambiente.

Se trata de rescatar lo posible de un material que ya no sirve para nada (comúnmente llamado basura) y convertirlo en un producto nuevo. Es una forma en la que se reincorpora la materia prima al ciclo de los materiales para crear nuevos artículos. Esto evita gastar energía y aumentar el volumen de residuos.

El reciclaje deberá ser un hábito para conseguir un equilibrio entre la producción, consumo y finalmente desechar los residuos en la menor cantidad posible. Por ejemplo: vidrio, materia orgánica, llantas, plástico, entre otros. El reciclaje es la acción de reutilizar los productos, es decir, aplicar un proceso técnico sobre materiales usados para volver a utilizarse. Este proceso ayuda a reducir el consumo de recursos energéticos, así también, contribuye a protección ecológica del planeta.

El tratamiento de reciclaje puede llevarse a cabo de manera total o parcial, según cada material y complejidad de la operación. Con algunos materiales, es posible obtener materia prima, mientras que otros permiten generar un nuevo producto.

2.7. Beneficios del reciclaje

El reciclaje tiene la finalidad de obtener materia prima derivada de un producto utilizado y desechado. El beneficio inmediato es económico. Por ejemplo, una botella de plástico vacía puede destinarse a la basura o reciclarse con el fin de entrar nuevamente al ciclo de uso. El ciclo inicia al derretir el plástico, posteriormente se procesa mediante equipos especiales y, por último, se fabrica una nueva botella. El beneficio ecológico se consigue a largo plazo.

Esto quiere decir que el reciclaje contribuye a luchar contra el agotamiento de los recursos naturales y también ayuda a eliminar los desechos de forma eficaz. Al separar los residuos según sus características, es posible aprovechar algunos para el reciclaje y eliminar el resto de manera adecuada. (Segura, 2016, p. 39)

2.8. La importancia de la separación de residuos

El reciclaje se ha convertido en una función social y empresarial. En este último sector participan plantas especializadas de clasificación. Cumplen el objetivo de separar los residuos valorizables o rescatables de los demás. Las plantas recicladoras reúnen todos los residuos y finalmente los procesan y almacenan para su posterior uso.

El fin de la separación de los residuos es fomentar el reciclaje. Esta actividad puede realizarse en las ciudades con la colaboración de la población. A nivel doméstico, es posible reciclar los restos de verduras y frutas para producir abono, para usarse en la creación de huertas urbanas. Así también, en las escuelas con apoyo de los estudiantes. En el ámbito comercial, cualquier organización podrá ayudar con esta actividad vertiendo los desechos en

contenedores identificados como: amarillos (para los envases), azules (papeles y cartones), verdes (vidrios), entre otros.

2.9. Procedimiento para reutilizar y reciclar

Las recomendaciones generales para el tratamiento de desechos en la actividad del reciclaje son:

- Separar el papel, aluminio, plástico, vidrio, materia orgánica, entre otros., para reutilizarse o reciclarse en forma casera o a través de circuitos externos en los que se proteja el medio ambiente.
- Los restos de alimentos podría servir para abono orgánico y lombricultora.
- Las botellas plásticas entrarán en un proceso de limpieza para rellenado y los vasos del mismo material se utilizarán como macetas. El fin es evitar entrar en contacto con la naturaleza y a su vez tarden años en degradarse.
- Demasiados plásticos podrán reciclarse para su utilización y permitirá tener materia prima virgen para elaborar de nuevos envases. Con el objetivo reducir el uso de combustibles fósiles.
- Las botellas y otros productos de vidrio tienen un alto nivel de reutilización luego de lavarlos. Con procesos más eficientes y tecnificados se obtendrán nuevas botellas a través del reciclaje.
- Los envases tetra brik recibirán tratamientos adecuados para recuperar el papel y las planchas de aglomerado que contiene en su interior. Posteriormente se utilizarán para confeccionar muebles y postes.

- Los escombros estos son útiles para el relleno de terrenos, la mejora de caminos y para la construcción en general.
- Los restos de maderas se utilizarán para la elaboración de muebles, láminas o juguetes.
- Los restos de poda y de jardinería cumplen la función de abono en cultivos.
- Muebles y electrodomésticos rotos podrán recibir un tratamiento de separación de elementos y realizar el reciclaje de cada compuesto en forma eficaz sin que sus materiales sean arrojados a cualquier lugar y provoquen contaminación urbana o rural.
- Las latas se emplean como macetas, portalápices o entran nuevamente al proceso de reciclaje para recuperar los metales y regresarlos a la cadena productiva.
- Los tambos, bidones plásticos y metal servirán para crear juegos recreativos en parques públicos o privados. Así también, podrán utilizarse como recipientes para la clasificación de desechos o la contención de basura.
- Los trapos y restos de ropa, según sus características, servirán para limpieza o para cubrir objetos que necesiten protección o unirse a otras telas para crear frazadas para refugios de animales.
- Los huesos y restos de animales desechados por los hogares o restaurantes servirán como fertilizante o alimento para animales.

- Los neumáticos gastados, que por sí solos son contaminantes y tardan miles de años en degradarse, pueden emplearse para juegos en los parques o vallas de seguridad.

2.10. Beneficios de las 3Rs

El ahorro de recursos económicos y el resguardo del medio ambiente es parte principal de las funciones de estas acciones. A continuación, se presentan las más importantes:

- Disminuir la contaminación, su ejecución en la sociedad cumple esta función debido al rápido y constante deterioro que tiene el planeta.
- Alargar la vida de los materiales a través de diferentes procesos y usos. Es necesario alargar lo más posible la vida de un producto para disminuir la creación de materia prima a base del petróleo. Debido que los recursos del planeta, en su mayoría son finitos.
- Reutilizar la madera ayudará a evitar la deforestación, la incesante tala de árboles para obtener recursos y para satisfacer necesidades de los consumidores provoca el deterioro del medio ambiente.
- Al reutilizar los desechos reduce el espacio físico que ocupan los desperdicios al convertirse en basura. Destinar lugares extensos para verter desechos provoca condiciones de vida deplorables en sus alrededores.

- Facilitar la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos evitará en las comunidades la proliferación de enfermedades y malos olores.
- El reciclaje ayudar a no producir las 25 toneladas de basura que genera una persona en su vida. No actuar rápidamente, provocará dejar a las próximas generaciones, desechos que tardan años en descomponerse de forma natural.

2.11. Disposición final que reciben los residuos sólidos

La disposición final de los desechos recolectados es el eslabón final de la cadena de reciclaje. Esta etapa se encuentra en estrecha relación con gestión de residuos sólidos y el saneamiento ambiental.

Disposición final es la acción de depositar y confinar permanentemente los residuos en sitios o instalaciones cuyas características permitirán prevenir su inadecuada liberación al ambiente cuyas afectaciones podrían llegar a la salud de la población, a los ecosistemas y sus elementos. (Jaramillo, 2002, p. 153)

“Puede incluir varias técnicas como: Rellenos Sanitarios, Plantas de Incineración, Centros de Valorización y Recuperación, estos últimos, incluye el Compostaje, Coprocesamiento y otras.” (Jaramillo, 2002, p.13)

La basura no recolectada constituye uno de los grandes factores que ejercen daño ambiental debido al inadecuado tratamiento. Por ejemplo: disposición de desechos en basureros clandestinos, tanto del área rural como urbana e Individuos con el hábito de quemar o enterrar basura. La situación se

agrava en el área rural por la inadecuada administración de los sistemas de recolección, por no cubrir la mayor cantidad de viviendas.

Un aspecto importante al considerar lugares adecuados para la disposición final de desechos, es la generación de biogás producido por estos. El biogás se forma por la mezcla gaseosa resultado del proceso de descomposición anaerobia de los residuos. La parte orgánica de los desechos sólidos emite metano y bióxido de carbono.

Estos gases son considerados por la Organización Mundial de la Salud - OMS- como altamente inflamables y explosivos. La gran cantidad de gases puede ocasionar una combustión espontánea en el sitio en que se encuentra almacenado. En rellenos sanitarios operados de forma apropiada se aprovecha el potencial calorífico de este gas para procesos posteriores de combustión, liberándose controladamente la energía procesada. Contrario a lo anterior, si el tratamiento es inadecuado creará gases que producirá el efecto invernadero.

Una consecuencia en la problemática es la creación de tanto el metano como el bióxido de carbono (CO₂) los que forman parte del grupo de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales al liberarse a la atmósfera provocan condiciones aptas para un calentamiento global que incide en un cambio climático. (Zamora, 2012, p. 24)

2.12. Compostaje

Es el resultado de un proceso biológico cuyo fin es estabilizar e higienizar los residuos orgánicos y el fertilizante es el producto final. Los usos y beneficios son: reactivar suelos contaminados o degradados, ayudar a reciclar residuos sólidos urbanos y controla las plagas, entre otros. En el proceso del compostaje

permitirá una disposición eficiente de los desechos biodegradables. Mediante el compostaje, se imita el proceso de transformación que ocurre en el suelo de un bosque. Es decir, el proceso se realiza de manera artificial.

Lo que se desea alcanzar en el proceso es la transformación de materiales orgánicos biodegradables en materiales biológicamente estables y la reducción del volumen original de los residuos. En este proceso se destruyen los agentes patógenos, huevos de insectos y otros organismos no deseados presentes en los desechos, todo ello para retención el máximo contenido nutricional y utilizar como un producto útil para el crecimiento de las plantas. (Barradas, 2001, p. 15)

2.13. Incineración controlada

Otro sistema importante para la disposición final para los desechos es la incineración. En este proceso térmico los desechos son sometidos a un proceso de oxidación química mediante un exceso de oxígeno. El resultado de este proceso son gases calientes de combustión. Estos gases están compuestos de: nitrógeno, monóxido de carbono y vapor de agua.

El proceso de la incineración consiste en secar la basura dentro del horno, después se eleva la temperatura hasta llevarla al grado de incineración. Por último, se introduce el aire necesario para la combustión. Este método de eliminación es utilizado en muchos países. La disposición final, en términos sanitarios, se reduce alrededor de un 90 %.

Las experiencias en Guatemala para eliminar por medio de este método los desechos sólidos urbanos no han sido exitosas, debido a la composición de los desechos, la mayoría de los desechos generados son

muy húmedos y se requiere un tratamiento previo de secado, a su vez la cantidad de combustible o energía necesaria para alcanzar los niveles de temperatura y mantenerlos es significativamente alta. (Zamora, 2012, p. 23)

2.14. Rellenos sanitarios

Los rellenos sanitarios son lugares de disposición final para todo tipo de desechos. A estos lugares, se les dota de infraestructura y procesos de ingeniería para el tratamiento de los residuos sólidos y de manejo especial. Su finalidad es aminorar el impacto ambiental a causa de la basura, así también, evitar enfermedades en la población a causa de la contaminación de elementos peligrosos que puedan ir dentro de los residuos.

En los rellenos sanitarios, son depositados los residuos sólidos generados en las casas de habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, además de los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos. (Jaramillo, 2002, p. 42)

En área que funcionará para este fin, debe ser un sitio vigilado y supervisado, que cumpla con las especificaciones técnicas de un relleno sanitario respecto a obras de infraestructura y operación, así también, con métodos de impermeabilización, es decir, barreras especiales para que los residuos no se salgan del área.

2.15. Marco legal sobre el manejo de los residuos sólidos en Guatemala

En el marco legal guatemalteco existen diversas instituciones legales a las cuales se les ha asignado funciones vinculadas a la preservación de los recursos naturales y la prevención de la contaminación.

- Constitución Política de la República de Guatemala (1985)

Es la máxima normativa legal en el país que regula la relación del Estado y sus habitantes a través de su forma de gobierno. De la constitución se derivan diferentes instituciones y leyes que son vitales para el funcionamiento estatal. Entre estas instituciones están las que velan por el cuidado del medio ambiente.

Dentro de la Sección Séptima. Salud, Seguridad y Asistencia Social se regulan disposiciones respecto al ambiente.

Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación. (Constitución de Política de la República de Guatemala, 1985, p. 22)

El artículo constitucional obliga al Estado y sus habitantes a velar por el equilibrio ecológico, es decir, es una responsabilidad público social.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social - Acuerdo Gubernativo No. 509 2001 Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios.

Este acuerdo gubernativo regula el manejo de los desechos producidos en los hospitales y la forma en que se deben tratar. En este sentido, al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, le corresponde formular y hacer cumplir el régimen jurídico relativo a la salud preventiva y curativa y a las acciones de protección, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud física y mental de los habitantes del país y a la preservación higiénica del medio ambiente.

Artículo 1. El presente reglamento tiene como finalidad dar cumplimiento a lo preceptuado en el artículo 106 del Código de salud, así como de las disposiciones relativas a la preservación del medio ambiente contenidas en la Ley del Organismo Ejecutivo y la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente en cuanto a las descargas y emisiones al ambiente, concernientes, particularmente al manejo de desechos que comprende la recolección, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos, provenientes de los hospitales públicos o privados, centros de atención médica autónomos o semiautónomos y de atención veterinaria. Los desechos generados por los mataderos o rastros deben manejarse de conformidad con el reglamento que para tal efecto se emita.

Artículo 2. Para dar cumplimiento a leyes indicadas con anterioridad, este reglamento, regula los aspectos relacionados con la generación, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos hospitalarios que por su naturaleza se consideran tóxicos, radiactivos o capaces de diseminar elementos patógenos, sí como los desechos que se producen en las actividades normales de los centros de atención de salud humana o animal,

tales como: hospitales tanto públicos como privados, clínicas, laboratorio y cualquier otro establecimiento de atención en salud y veterinario.

Artículo 3. Definiciones. Para efectos de este reglamento se entenderá por:

- Empresa de disposición: cualquier entidad pública o privada, individual o jurídica, que se dedique a la recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos infecciosos, químicos peligrosos, farmacéuticos y radiactivos decaídos.
- Ente generador: se define como ente generador a toda unidad del sector público o privado en donde exista práctica de la medicina humana o veterinaria, incluyendo a las morgues, los laboratorios, así como a todo tipo de centro que, con fines de prevención, diagnóstico, recuperación, tratamiento o investigación, produzca desechos sólidos de los incluidos dentro de presente Reglamento.
- Desecho hospitalario: son los desechos durante el desarrollo de sus actividades por lo entes generadores, tales como hospitales públicos o privados, sanatorios, clínicas, laboratorios, bancos de sangre, centros clínicos, casas de salud, clínicas odontológicas, centros de maternidad y en general, cualquier establecimiento donde se practiquen los niveles de atención humana o veterinaria, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento, recuperación y rehabilitación de la salud.
- Desecho hospitalario bioinfeccioso: son los desechos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones y otros), y que por lo tanto han entrado en

contacto con pacientes humanos o animales y que representan diferentes niveles de peligro potencial, de acuerdo al grado de exposición que han tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

Artículo 8. Obligación de Incineradores. Los entes generadores, tanto público como privados, quedan obligados de conformidad con las disposiciones del Código de Salud, a adquirir, instalar y mantener en forma individual o conjunta, incineradores para la disposición final de los desechos que produzcan y que sean considerados como infecciosos de conformidad con el presente reglamento, cuyas especificaciones y normas quedarán establecidas de conformidad con lo preceptuado en el capítulo sexto del presente reglamento. Podrán, asimismo, contratar los servicios de empresas de disposición que se encuentren debidamente autorizadas por el Departamento de Salud y Ambiente.

Artículo 41. Disposición general. Todo lo referente al régimen de infracciones y sanciones se estará a lo que sobre dicha materia disponen los artículos 216, 217, 218, 219, 220, 221 y 222 del Decreto Número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, Código de salud.

- Código Civil

Este ordenamiento jurídico rige la relación entre los civiles y las personas jurídicas que norma las acciones de derecho y de hecho para la convivencia de las personas. Bajo este contexto, regula aspectos sobre la acumulación de basura y el daño que pueda ocasionar las practicas insalubres.

Artículo 480. No se puede poner contra una pared medianera que divida dos predios de distinto dueño, ninguna acumulación de basura, tierra, estiércol u otras materias que puedan dañar la salubridad de las personas

y la solidez y seguridad de los edificios. Tanto en estos casos como en los enunciados en el artículo anterior, a falta de reglamentos generales o locales, se ocurrirá a un juicio pericial. (Decreto 106, 1964, p. 76)

Artículo 1672. Los propietarios, arrendatarios, poseedores y, en general, las personas que se aprovechan de los bienes responderán igualmente:

- Por los daños o perjuicios que causen las cosas que arrojen o cayeren de los mismos;
- Por las emanaciones de cloacas o depósitos de materias infectantes;
- Por los desagües, acueductos, instalaciones, depósitos de agua, materiales o sustancias que humedezcan o perjudiquen la propiedad del vecino
- Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

Esta ley se implementó con fin de buscar la protección ambiental y mejorar la recuperación de zonas ambientales contaminadas. Este marco jurídico nace con el objeto de proteger las zonas boscosas del país con apoyo de diferentes instituciones.

Artículo 5. La descarga y emisión de contaminantes que afecten a los sistemas y elementos indicados en el artículo 10 de esta ley, debe sujetarse a las normas ajustables a la misma y sus reglamentos.

Artículo 6. (Reformado por el Decreto del Congreso Número 75-91) El suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio o desperdicios contaminados del medio ambiente o radioactivos. Aquellos

materiales y productos contaminantes que esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán introducirse en el territorio nacional.

Artículo 8. (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93) Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje ya los culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente del incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q 5,000.00 a Q 100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado el negocio se clausurará en tanto no cumpla

- Código Municipal

Este ordenamiento jurídico rige el actuar de las municipalidades respecto a sus planes, programas y proyectos, la ejecución de obras y la prestación eficiente de servicios de sus competencias. Aunado, a velar por el medio ambiente en toda la periferia municipal y trabajar en conjunto con la población, organizada en comités, para cumplir los planes de limpieza.

Artículo 68. Competencias propias del municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes:

Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final. (Decreto 12-2002, p. 20)

- Código Penal Decreto 33-96. Reformas al decreto 17-73 del Congreso de la República de Guatemala

Este es un ordenamiento jurídico que castigan los delitos mediante la imposición de penas que pueden ser: arresto, la multa, inhabilitaron especial o total y prisión. Conforme a este marco legal, se imputan los delitos originados por el daño al medio ambiente. Los juzgados encargados de conocer estos delitos llevan el nombre de: Juzgados de Instancia Penal, Narcoactividad y Delitos Contra el Ambiente.

Artículo 347 “A”. Será sancionado con prisión de uno a dos años y multa de trescientos a cinco mil quetzales, el que contaminare el aire, el suelo o las aguas, mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones. Si la contaminación se produce en forma culposa, se impondrá multa de doscientos a mil quinientos quetzales. (Decreto 17-73, p. 117)

3. MONOGRAFÍA DE SAN MIGUEL USPANTÁN, QUICHÉ

3.1. Ubicación y localización

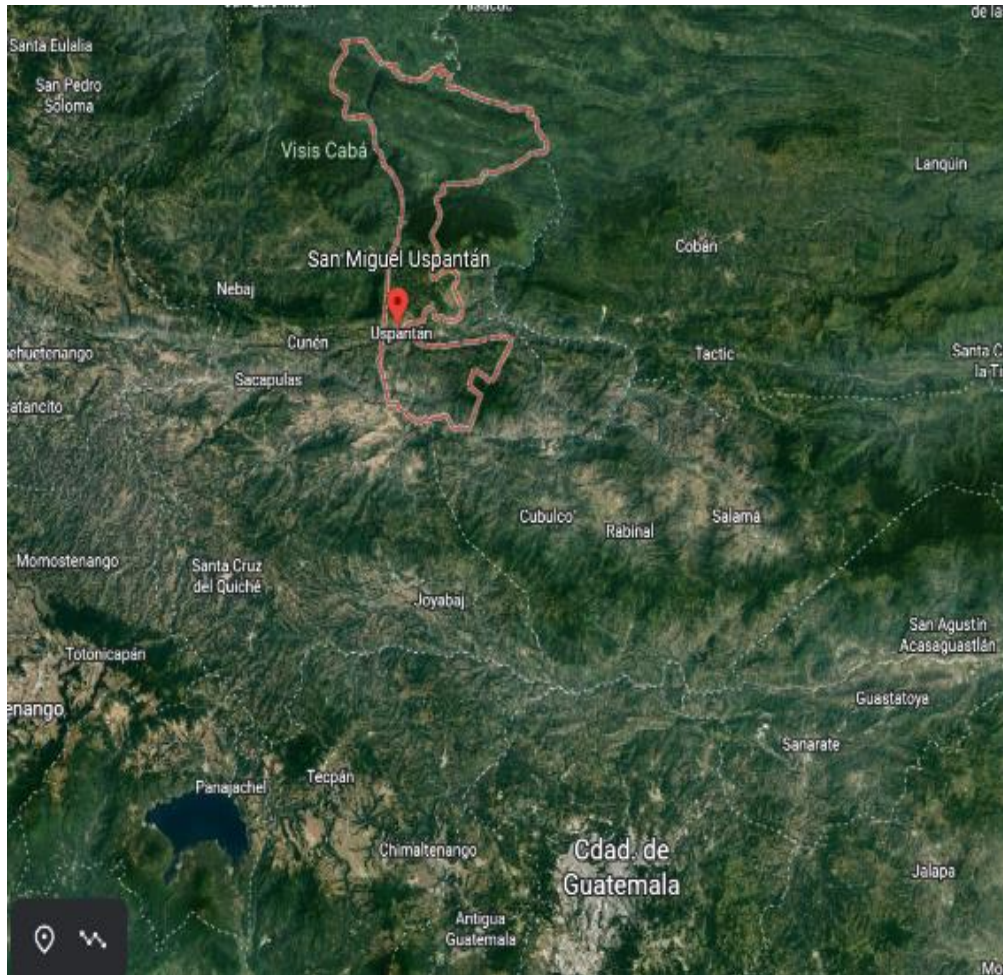
El municipio de San Miguel Uspantán pertenece al departamento de Quiché, El pueblo uspanteko es de origen preclásico (500-600 años AC.), descendiente de los mayas. El pueblo fundó su primer asentamiento en Li Tz'aaq, en la actualidad el cementerio de las aldeas de Chijam, Pericón y Las Doncellas. Luego de varias migraciones en la región, finalmente se ubicaron en Tz'unun kaab'. La región donde actualmente está la cabecera municipal, generación tras generación, se ha llamado como Tz'unun Kaab: Tz'unun una especie de gorrión y Kaab' que significa dulce.

San Miguel Uspantán fue reconocido como Municipio el 11 de octubre de 1825 por la primera Asamblea Nacional Constituyente, perteneciendo a la Alcaldía mayor de Totonicapán. El 12 de agosto de 1872 se creó el departamento de Quiché con municipios desmembrados de Totonicapán y Sololá, entre los que se incluyó a Uspantán.

San Miguel Uspantán es uno de los 21 municipios de Quiché y está ubicado en la parte norte del departamento, a 98 Kilómetros de la Cabecera Departamental. Posee una extensión territorial de 865 Kms² que representa el 10.32 % del territorio departamental.

Este municipio es parte de la Región VII o Región Nor-occidental que comprende a los departamentos de Huehuetenango y Quiché

Figura 3. **Ubicación geográfica de San Miguel Uspantán, Quiché**



Fuente: Google.(s.f.) Mapa de del Municipio de San Miguel Uspantán, Consultado el 22 de octubre de 2022. Recuperado de <https://earth.google.com/web/search/san+miguel+uspantan/>

3.2. Clima

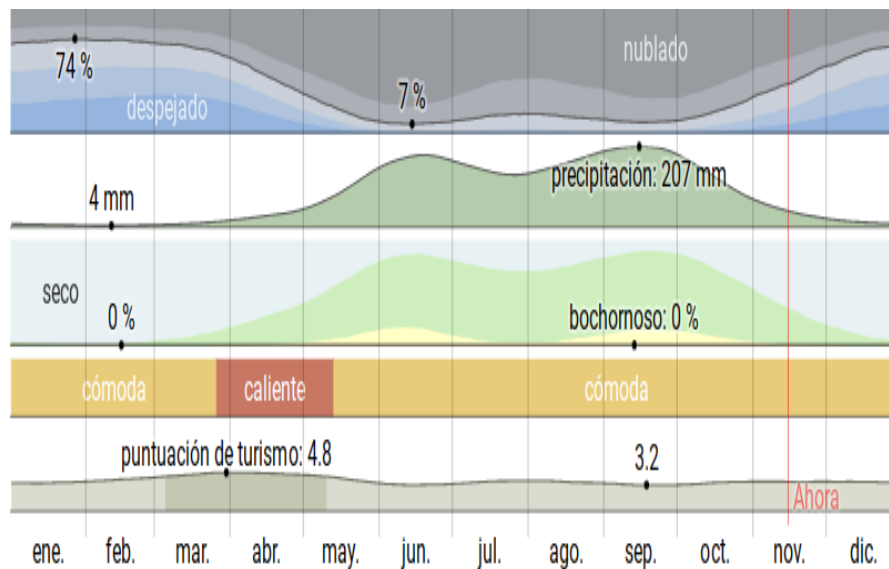
El municipio de San Miguel Uspantán se encuentra entre 500 y 2,500 metros al nivel del mar, según donde se esté cada comunidad. La temperatura oscila entre 12 ° a 30 ° centígrados. Las temperaturas más bajas son

en la Zona Alta, mientras que las temperaturas más altas se presentan en la Zona Reina esta se encuentra a una altura de 660 metros sobre el nivel del mar.

La Zona Reina es un territorio formado por 92 comunidades, de las cuales 9 pertenecen al municipio de Chicamán y 83 al municipio de San Miguel Uspantán. Se ubica a 65 kilómetros de la cabecera municipal de Uspantán y a 322 kilómetros de la ciudad capital. De las seis regiones que componen el territorio del municipio de Uspantán, la Zona Reina es la más poblada y representa el 40.83 % de la población total del municipio. La población, en su mayoría, pertenece al grupo lingüístico Maya Q'eqchi'.

- En Zona Central el clima es de templado a frío
- En Zona Reina el clima es semi-tropical húmedo
- En Zona Sur y Zona Sur Oriente el clima es cálido
- En Zona Nor-Oriente el Clima es Templado.

Figura 4. **Temperatura del municipio**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2022). *Estadísticas*. Consultado el 18 de noviembre de 2022. Recuperado de <https://www.ine.gob.gt/ine/>.

3.3. Población del municipio

“El municipio de Uspantán cuenta con una población estimada de 75,531 personas al año 2022.” (Instituto Nacional de Estadística, 2022, Estimaciones y proyecciones de la población total según sexo y edad. Celda I-10)

El poblado tiene la mayor cantidad de habitantes, presenta un constante crecimiento tanto demográfico como en los sectores económicos de comercio y servicios. por la ocupación de nuevas áreas forestadas que dan paso a la creación de viviendas.

Se encuentra organizado en 198 centros poblados, así: 4 Zonas que pertenecen al Casco Urbano, 2 Barrios, 73 Aldeas y 111 Caseríos, 6 Fincas y 2 Parajes quienes se comunican mediante vías de acceso de terracería.

3.4. Indicadores de desarrollo

Esta son medidas sinópticas del desarrollo y mide los adelantos medios de un país en tres aspectos básicos del desarrollo humano. Los índices encontrados para el municipio son los siguientes:

- Índice de desarrollo humano: 40 %
- Porcentaje de analfabetismo: 50 %
- Porcentaje de pobreza general: 90 %

3.5. Organización social

La principal organización y autoridad local, corresponde al Concejo Municipal, quienes son electos por elección popular. En la actualidad, el Concejo Municipal, presidida por el Alcalde Municipal, Los síndicos y concejales. Así mismo, está el COMUDE; integrado por el gobierno local, representantes de los Consejos Comunitarios de Desarrollo, y representantes de Entidades Civiles como: Asociaciones, comités, sectores gubernamentales y no gubernamentales.

También se encuentra la Alcaldía Indígena, que es presidida por una personal electa por ancianos, cofrades, comadronas y alcaldías indígenas, puesto que se ocupa por dos años. Una de las funciones es resguardar documentos de lugares comunales o sitios históricos que le pertenecen al

municipio, así mismo participan en la mediación y resolución de conflictos entre los vecinos del municipio, como también son responsables de dirigir y coordinar algunas celebraciones y festividades culturales con lo que se identifica el pueblo Maya.

En cada comunidad, están los alcaldes auxiliares o alcalde comunitarios, ellos representan la autoridad del alcalde municipal en sus comunidades, velan por el ornato, la seguridad y el orden de su comunidad, otra función importante de esta figura. Dentro de sus funciones está la mediación y resolución de conflictos entre los vecinos. Otra figura importante en la comunidad, son los COCODE, en quienes recae la responsabilidad de velar por la gestión, la planificación, ejecución y evaluación del desarrollo de su comunidad.

3.6. Servicios

De acuerdo con los estudios realizados, se ha determinado que, en el caso de Uspantán, las necesidades básicas insatisfechas son del 60.1 % en toda la población, sin embargo, el sector más vulnerable ante tal situación es el área rural.

- **Servicio de Agua Potable**

De acuerdo con el censo del INE de 2018, en total se contabilizaron 14,065 hogares, quienes tienen como fuente principal de agua para consumo, lo siguiente: con tubería en la vivienda 4,283 que representa sólo el 34.72 %, con tubería fuera de la vivienda 4,107 que representa el 33.48 %, acuden a chorro público 532 que representa el 4.33 %, tienen pozo perforado 464 que representa el 4 %, con captación de agua de lluvia 1276 que representa el 10.40 %, se abastecen de río o lago 449 que representa el 3.66 %, se abastecen de manantial

o nacimiento 785 que representa el 6.39 %, quienes compran o se abastecen camiones cisternas o tonel 65 que represente el 0.53 % y por último; hogares quienes utilizan otras formas para abastecer del vital líquido que son 306 y que representa el 2.49 %.

- Servicio de drenajes o alcantarillado

Este servicio se brinda únicamente en el área urbana, y cubre al 100 % los hogares, aunque no todos cuentan con un sistema de agua, dado a las razones expuestas anteriormente, por lo qué, se implementó un sistema que cubre principalmente las casas y comercios, también protege el suelo de las lluvias y se previenen las inundaciones en el tiempo de invierno debido a las lluvias.

3.7. Aspecto económico

En San Miguel Uspantán, este aspecto se mide a través del crecimiento económico, porque guarda relación con la cantidad de bienes materiales disponibles y el resultado será, producir una mejoría del nivel de vida de las personas. Es decir, es cuantificado por su capacidad de desarrollo personal y social, que provocará el desarrollo integral de una comunidad.

- Actividad agrícola

La mayoría de los habitantes del municipio se dedican a las actividades de subsistencia agrícola, en lo cual se procura el cultivo de maíz y frijol dentro de las comunidades. Estas obtienen una producción aproximada de 18 a 20 quintales de cosecha agrícola en la zona.

La producción de maíz y frijol es para el autoconsumo. Además, se produce cardamomo, caña de azúcar, café, banano, achiote, hortalizas, cítricos, maguey, pastos y árboles ornamentales como el Izote Pony. Arbeja China, Ejote Francés, Suchini, Cardamomo. El rendimiento anual de producción de granos básicos: 0.5 % (maíz) 0.20 % (frijol)

El volumen por actividad agrícola, el cardamomo representa el 27 %, el ejote francés con un 6 % y el maíz tiene una participación del 67%, esto hace a que el producto tenga más presencia a nivel municipal, este fenómeno por tratarse de un cultivo con fines principales de autoconsumo y exportación regional de su producto. (Rodríguez, 2016, párr. 8)

- Actividad pecuaria

La producción pecuaria es del 8 % sobre la producción total del Municipio, clasificado de la siguiente manera: 73 % Bovino, 19 % porcino y 8 % avícola, estas actividades contribuyen económicamente al Municipio, lo que crea nuevas fuentes de empleo alrededor de la zona.

- Producción artesanal

La actividad artesanal en el municipio de Uspantán es una fuente de ingreso, pero se consideran de menor escala, debido a que son pequeños talleres, los que funcionan como escuela para los niños y jóvenes. Entre la producción de artesanías están: Ollas de barro y petates

“Esto es lo que destacan las principales actividades, como los tejidos típicos de algodón, cerámica, cestería, jarcia, instrumentos musicales, muebles de

madera, trenzas, sombreros de palma y las medianas que en general contratan uno o dos ayudantes.” (Rodríguez, 2016, párr. 40)

3.8. Mercado y condiciones del entorno

Para el comercio formal de acuerdo con sondeos ante la falta de información o registro de todos los comercios en el municipio, se calculó que hay un total del 30 % que se constituyen como comercios formales, es decir; cuentan con algún registro mercantil y de la administración tributaria. Mientras el resto, que sería el 70 % se constituyen como comercios informales, aunque tengan algún tipo de local y trabajadores o ayudantes; estos comercios no tienen ningún tipo de control o registro contable.

El municipio desarrolla sus actividades productivas y económicas en condiciones adecuadas, aunque requiere del fortalecimiento técnico para alcanzar los niveles óptimos en la producción y comercialización de los productos en el mercado local, departamental, regional y nacional. En el municipio están establecidas diversas organizaciones e instituciones que funcionan para impulsar el desarrollo de las comunidades. Entre ellas están:

- Corazones y manos
- Fundación Manuel Madrazo
- Movimundo
- Cuerpo de Paz
- Únete
- Unidos por amistad
- Puentes para la prosperidad
- Vida i
- Pau Obert's al Mon

La presencia de estas organizaciones constituye un recurso extra para el desarrollo. El objetivo es alcanzar el bienestar en la sociedad y de los agremiados o socios.

Al igual que otros municipios del departamento de Quiché, actualmente en Uspantán en la organización destacan las iniciativas locales, obviamente sin estos la realidad sería otra situación. Por lo general la presencia de organizaciones o instituciones estatales es nula. (Rodríguez, 2016, párr. 45)

Las entidades privadas tienen presencia en el comercio y la actividad económica del municipio, pero ante las demandas de desarrollo productivo y del apoyo estatal ha derivado que sus acciones se quedan muy cortas, además se limitan únicamente a las actividades crediticias y no tanto en la búsqueda de estrategias técnicas para un desarrollo sostenible que potencialice las fortalezas productivas del municipio.

3.9. Entidades financieras

La entidad con mayor presencia en el municipio es BANRURAL se sigue BANTRAB y Banco AZTECA, GENESIS EMPRESARIAL, COOPERATIVA LA ESTRELLA DEL NORTE, COTONEB, SHARE, todas estas sobresalen por prestar servicios de ahorro y crédito. Además, en casi todas estas agencias, se pueden cobrar remesas enviadas desde los Estados Unidos. Además, se puede adquirir la venta de bienes y servicios, como; equipos, autos y seguros, entre otros.

3.10. Infraestructura productiva

Las infraestructuras productivas son todos aquellos servicios que hay en el municipio, los cuales se caracterizan por ser necesarias para generar condiciones y que puedan potencializar cualquier actividad productiva.

La municipalidad no tiene planes para desarrollar o fortalecer el sistema vial es por eso; que, a lo interno del municipio, el 97 % de las vías de tránsito son de terracería y cuyas condiciones de tránsito en épocas lluviosas se vuelven infructuosas. Otro dato refiere que sólo en la cabecera municipal se calcula que el 75 % de las calles están pavimentadas.

En este caso se debe enfocar como un balance a las existentes y en las condiciones en que se encuentra cada unidad, lo mismo permitirá tomar una mejor decisión para el futuro. El municipio de San Miguel Uspantán tiene en su circunscripción:

- Sistemas viales asfaltados y de terracería
- Transporte de pasajeros privado
- Mercado Municipal
- Beneficios o centros de acopio
- Servicio de internet en comercios pequeños
- Sistema Bancarios
- Turismo

En esta última, los lugares de Interés son: Laj Chimel, Chimel, San Pedro la Esperanza, Regadillos, Peña Flor, Laguna Danta, (Bosque nuboso, Quetzal, etnoturismo) y la feria titular es del 04 al 09 de mayo.

Las actividades económicas que generan más empleo en el municipio son la agricultura, la industria manufacturera, ocasionalmente comercio de artesanías y textiles por mayor y menor, así como los trabajos temporales dedicados a la construcción. Además, está la crianza de animales y producción artesanal con tejidos, cerámica, máscaras y muebles tanto en madera como en hierro. Cabe destacar que están emergiendo nuevos proyectos productivos llamados invernaderos y son una nueva fuente de empleo para los habitantes de las comunidades rurales. Otras actividades: Comercio (Existen pequeñas tiendas, farmacias, ferreterías, agro servicios, almacenes de electrodomésticos, hoteles, servicios de Internet y gasolineras) y Hay producción de panela.

3.11. Comisiones sectoriales del Consejo Municipal de Desarrollo

Son entidades municipales que tienen a su cargo el desarrollo institucional social de la población y entre ellas están:

- Comisión de salud y Asistencia social.
- Comisión de educación, educación bilingüe intercultural, cultura y deportes.
- Comisión descentralización, fortalecimiento municipal, participación ciudadana y auditoria social
- Comisión de agraria ambiente y turismo.

4. MARCO METODOLÓGICO PARA REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES

La municipalidad de San Miguel Uspantán, del departamento del Quiché, tiene la responsabilidad social, institucional y ecológica sobre el manejo adecuado de los desechos sólidos. Para esta labor, es importante conocer cada una de las características de los desechos y la relación existente en la generación, composición y densidad. Por lo tanto, se necesita diseñar formas técnicas y sustentables para recoger, transportar y darle un tratamiento final a los desechos sólidos al utilizar normas y técnicas que permitan hacer esta activada eficientemente.

En países donde los procesos de análisis de los residuos son complejos se diseñan técnicas sofisticadas que proporcionan resultados rápidos y eficientes en comparación al medio nacional. En Guatemala hace falta una metodología validada, aplicada y aunado a esto, se necesita fortalecer los procesos de caracterización de los desechos sólidos mediante la intervención de diversos factores socioculturales. Es indispensable realizar estudios técnicos profundos para garantizar que los desechos sólidos sean tratados según sus características.

Ante esta situación, se trabajará a través de una metodología que se basa en la integración de distintos procesos formulados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, que se encuentra respaldado por las Normas Mexicanas para la Protección al Ambiente y se valida

en el campo por las experiencias y contribuciones que hacen distintos estudios sobre la gestión integral de desechos sólidos.

4.1. Objetivo de la metodología de caracterización

El principal objetivo es, establecer criterios unificados para efectuar estudios de caracterización y de esta manera conocer la generación per cápita y la composición de estos en las comunidades y con ello tomar decisiones que mejores íntegramente la gestión de desechos sólidos domiciliarios.

Para llevar a cabo la caracterización de desechos sólidos domiciliarios, en el municipio de San Miguel Uspantán, se implementarán procesos metodológicos de estudios con ayuda del trabajo comunitario de las distintas colonias, cantones y zonas, así también la organización comunal representados por los Consejos Comunitarios de Desarrollo COCODE´S.

4.2. Requerimientos

Los requerimientos van en función del tamaño de la población y del territorio. La supervisión será fundamental para que los resultados sean precisos.

Figura 5. **Requerimientos principales**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

- Recurso humano

Existen 3 tipos de perfiles sobre los cuales es necesario implementar el programa de caracterización de los desechos sólidos y entre ellos se encuentran:

- Los tabuladores

Son las personas encargadas de encuestar, manipulación de residuos y observación de los procesos. Se dispone de ellos durante los 8 días que dura el estudio. Sobre el nivel de conocimiento, es necesario que por lo menos tengan estudios medios y que sean familiarizados al tema de desechos y residuos sólidos y que no tengan ningún inconveniente en manipular dichos elementos.

- Personal técnico

Son aquellas personas encargadas de tabular datos. Estos se obtienen de las mediciones hechas por los tabuladores. El personal técnico estará disponible durante los 8 días que dura el estudio. Estos profesionales deben conocer las áreas de recolección de muestras. Así también, se encargarán de guiar las labores para realizar la recolección y supervisar las actividades para cerciorarse que se realizarán con eficiencia. Por último, servirán de apoyo al coordinador.

- Coordinador

Esta deberá ser una persona aceptada dentro del área de trabajo por su conocimiento y familiarización sobre la gestión de desechos sólidos domiciliarios. Su labor es de supervisión sobre todas las actividades de la metodología, antes durante y después de caracterización de residuos sólidos.

- Equipo y herramienta

Se establece un listado de equipos y herramientas a considerar en el estudio. Es un mínimo de elementos dentro de los parámetros a considerar y dependerá de los recursos disponibles. Se fortalecerá, si fuese necesario, con elementos adicionales para hacer eficiente la recolección de desechos sólidos para la caracterización correspondiente. Entre los equipo y herramientas se necesitarán:

- 1 o 2 vehículos picops que servirán para la recolección de muestras
- Toneles limpios, sin daño y con capacidad de 200 litros
- Palanganas de material resistente, de plástico y de 10 litros
- Palas de metal curvas

- Trajes overol en buenas condiciones
- Guantes nuevos
- Escobas adecuadas a la recolección
- Recogedores de material resistente
- Botas de hule sin deterioro
- Mascarillas nuevas
- Cernidor de madera de 1m x 1.5 m con malla de ½”
- Pesas de piso con capacidad mínima de 10kg y precisión de 10 g
- Pesas sensibles con capacidad de 10kg y precisión de 1 g
- Tableros para anotaciones tamaño carta u oficio
- Marcadores con suficiente tinta para marcaje de bolsas
- Botes de pintura en spray
- Bolsas de plástico de 0.70 m x 0.5 m calibre mínimo No.200
- Ligas de hule para cerrar las bolsas
- Papelería y equipos para procesar el conteo, tabulación y caracterización.

El equipo propuesto debe satisfacer cada uno de los elementos requeridos y su utilización dependerá del número de personas que participen en la recolección según los requerimientos de las áreas del municipio donde se realice el estudio metodológico de caracterización de los desechos sólidos.

- Instalaciones

Es un espacio físico, adecuado y techado con ventilación para que los residuos se mantengan en un lugar. Se debe revisar que no existan ráfagas de viento porque causara que los residuos vuelen hacia otras partes. El piso es necesariamente liso sin tierra para que esta, no se mezcle con los residuos. Además, las entradas deben de ser suficientemente grandes para que los

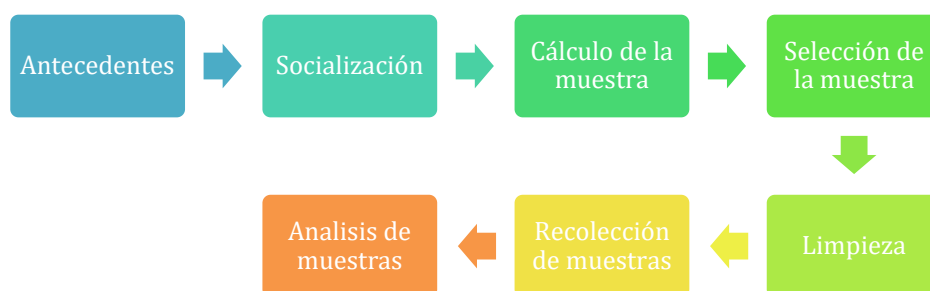
camiones entren con facilidad y permita un servicio sanitario adecuado al personal que realizará la caracterización de los residuos.

4.3. Metodología para el procedimiento para llevar a cabo la caracterización

El procedimiento estipulado para la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios se basa en 7 actividades de identificación, funcionalidad y análisis. Particularmente son: antecedentes de la comunidad, la socialización de la actividad, cálculo y selección de la muestra, para que esta sea suficiente y aceptada para proyectar los datos en su totalidad. Posteriormente, se hace la limpieza, la recolección de muestras y el análisis respectivo para determinar la composición y características de los residuos.

El resultado de estas actividades consistirá en conocer a profundidad la composición de los desechos sólidos para darle un tratamiento adecuado por parte de la Municipalidad de San Miguel Uspantán.

Figura 6. Actividades de caracterización



Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

- Actividad uno: antecedentes

Acerca de la recolección de los desechos sólidos domiciliarios, son las municipalidades las tienen a cargo esta función. Esta responsabilidad puede trasladarse, bajo concesión, hacia terceros. Antes de iniciar la actividad se necesita conocer las generalidades del proceso y las fases que integran cada una de ellas para identificar a las personas que fungirán como actores y colaboradores, además de tener al alcance información operativa sobre las viviendas o comunidad para llevar a cabo la caracterización de los desechos en San Miguel Uspantán, Quiché.

- Actividad dos: socialización

Antes de iniciar la actividad de caracterización de desechos sólidos en el municipio, es necesario, socializar el proyecto con los representantes de cada uno de los grupos sociales comunitarios que se involucrarán en la gestión, por ejemplo:

- El Consejo Municipal de Desarrollo - COMUDE
- El Consejo Comunitario de Desarrollo - COCODE
- El Comité Único de Barrio - CUB
- La Asociación de Recolectores
- El Personal de la Municipalidad
- Los habitantes del municipio

Dentro de esta actividad se da un importante espacio a los grupos comunitarios que se organizarán para aperturar canales de comunicación locales. Esto ayudará a promover el proyecto y aprovechar la capacidad

organizacional de la comunidad. Con el fin de hacerla partícipe del programa de caracterización y hacer eficiente la recolección.

- Actividad tres: cálculo de la muestra

Para esta actividad es necesario identificar las viviendas y establecimientos que se encuentran en el área de recolección de muestras. Se hace una división de la población en estratos socioeconómicos con el objeto de segmentar la muestra. La población responderá a la clasificación:

- Estrato socioeconómico Alto
- Estrato socioeconómico Medio
- Estrato socioeconómico Bajo

Dadas las características poblacionales en la República de Guatemala, se dificulta establecer una limitación o demarcación correcta sobre cada uno de los estratos. Puesto que, la población delimitada en colonias, se encuentra mezclada. Ante esta situación se crea un estrato único llamado Estrato Mixto. Es necesario calcular el número de elementos de la muestra, en este caso son las viviendas y establecimientos de comercio, para delimitar el estrato.

- Actividad cuatro: selección de la muestra

Se utiliza el método de muestreo simple aleatorio, consiste en delimitar o escoger las unidades que sirven de muestra de un total de viviendas o establecimientos comerciales, de tal manera que, cada una tenga la misma posibilidad de participar o de escogerse. Para esta actividad se utilizará una tabla que contenga números aleatorios del uno hasta el número de viviendas y se

coloca en un recipiente donde se mezclarán y tomarán al azar el número de muestras ya definido.

Para esta actividad es necesario disponer de un plano del área de estudio que pertenezca al Municipio de San Miguel Uspantán, para identificar las viviendas que se elegirán para el análisis de caracterización de desechos sólidos domiciliarios.

Las personas encargadas de la tabulación tendrán a su cargo la recolección de los desechos sólidos, deberán acreditar su identificación y serán los encargados de tener el primer acercamiento en las viviendas seleccionadas aleatoriamente. Luego, se solicitará al encargado de cada vivienda un tiempo para ser atendidos y:

- Explicar los pormenores del proyecto.
- Presentar los beneficios que se obtendrán a través del estudio de caracterización.
- Manifiestar la importancia ciudadana de cumplir con la metodología.
- Exponer la forma en que podrán integrarse para solucionar la problemática de los desechos sólidos.

Ahora bien, se deben contemplar viviendas preseleccionadas por si la que resultase oficialmente escogida, cambiase de opinión y no pudiese brindar el apoyo correspondiente por motivos ajenos al proyecto.

Si la circunstancia fuese distinta y se mantiene el apoyo de la familia, entonces se procederá a realizar una encuesta. Con este método se obtendrán datos básicos que permitirá conocer:

- Datos del domicilio.
- Estrato socioeconómico
- Tipo de recipientes para almacenar residuos.
- Frecuencia de recolección
- Manejo de los desechos
- Opinión sobre el servicio de recolección

A continuación, se presentan instrucciones para apoyar el estudio de la caracterización de residuos en las viviendas.

- A cada vivienda se le asignará un código.
- Se recolectará durante 8 días los desechos y residuos de esa vivienda.
- Cada vivienda se le entregará una bolsa plástica negra día a día para depositar los desechos y residuos sólidos.
- Las personas asignadas en cada vivienda se les solicitará que entreguen la bolsa de residuos a la persona asignada del programa de recolección.

A cada uno de los responsables de las viviendas se les indicará que en la bolsa que se les entregará deben de colocar únicamente residuos generados en los domicilios y no deben de colocarse otro tipo de residuos de otro lado.

Cuando el encargado del domicilio no pueda atender a los recolectores, se le solicitará dejar la bolsa colgada en el balcón de la ventana o de la puerta para evitar que los animales puedan romper y sustraer los residuos.

El personal de tabulación explicará a cada uno de los representantes de la vivienda que durante 8 días se recogerá las bolsas entregadas para este

estudio y después ese periodo podrán continuar con el servicio de recolección de basura que habitualmente funciona en sus comunidades.

- Actividad cinco: limpieza

Esta actividad inicia el primer día de recolección, según la metodología, ese día no se toma en cuenta. Vale la pena aclarar que, ese día los datos son considerados como no fidedignos porque regularmente las familias introducen más residuos y desechos que en un día normal. Por lo tanto, las bolsas se recolectan se disponen -vierten- directamente en el relleno sanitario de la localidad.

Para hacer un trabajo eficiente en la campaña de socialización se solicita que durante el proceso de caracterización y de transporte del personal involucrado en las actividades, este se encuentre identificado para que las personas representantes de cada una de las viviendas, tengan la seguridad que se trata de un estudio y no exista el temor que puedan ser afectados por la delincuencia.

- Actividad seis: recolecciones de muestras

Como se indicó anteriormente las comunidades se dividen por estratos, es aquí donde comienza la recolección de las muestras y para que estas no se confundan, es necesario, colocarlas dentro del vehículo en forma separada e identificada. Se debe de avisar en las calles, por medio de una bocina o un megáfono, que se está ejecutando la actividad de recolección de bolsas.

En esta etapa se utilizará el marcador de tinta y el código, para efectuar el marcaje de las bolsas. A continuación, se muestra la forma de etiquetar las bolsas

para el estudio y conocimiento de la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en el Municipio de San Miguel Uspantán, Quiché.

Figura 7. **Modelo de identificación de muestras**



Fuente: elaboración propia, Realizado en Microsoft Word.

En la figura anterior, se identifica al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, como la entidad estatal encargada de la protección medioambiental, posteriormente se identifica el estrato socioeconómico que puede ser: A = Alto, B = Bajo, M = Medio. Por último, se acompaña el número calle o avenida y el de vivienda o establecimiento comercial.

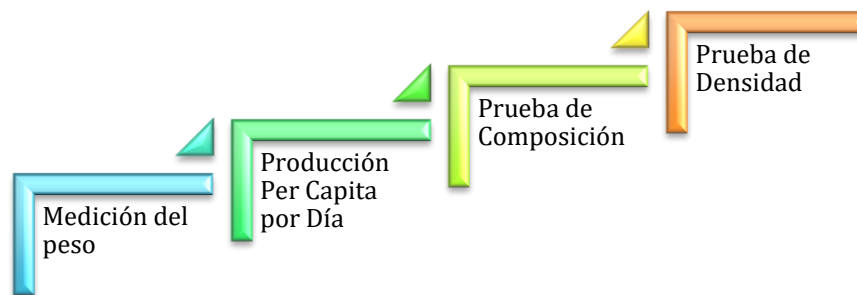
La etiqueta, se colocará en un lugar visible en las bolsas, para que exista una identificación eficiente de las muestras en la recolección. No se recomienda la recolección de muestras en junto de dos o más estratos distintos, para que estas no se mezclen y como consecuencia sea difícil realizar la identificación.

- Actividad siete: Análisis de las muestras

- Metodología

Esta constituye la última etapa, se desglosa en metodologías de medición del peso, producción per cápita por día, prueba de composición y prueba de densidad.

Figura 8. **Análisis de muestras**



Fuente: elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

- Metodología para la medición del peso de las muestras

Se comienza con el pesaje de cada una de las bolsas y se anota la identificación a través del código de cada vivienda. Con ayuda de un marcador se procede al marcaje del peso para después, tabular los datos según el peso registrado durante los 7 días que restan del estudio.

Para que el proceso de pesaje sea eficiente no se recomienda pesar las bolsas directamente en la pesa debido a su consistencia y por su forma puede sobresalir de la pesa. Por lo tanto, es necesario proceder de la siguiente manera:

- La pesa debe de estar revisada y calibrada a cero

- Se necesita tener un recipiente donde se viertan los desechos y de esta manera colocarla en la pesa para obtener el peso real.
- Terminado el proceso se coloca la bolsa dentro del recipiente, se anota el dato obtenido y se continúa con las demás bolsas.

Se toma en cuenta que, cuando son pesas electrónicas o digitales deben de hacerse un calibrado, para que el peso de la bolsa no contenga el peso del recipiente.

4.4. Producción per cápita por día (PPC)

Este dato lo constituye la producción de residuos que genera una persona durante el día. Para obtener esta información es necesario tener el registro de la muestra diaria de cada vivienda del día 2 al 8. La metodología no contempla - como de indico anteriormente- el primer día para la tabulación de información.

Para obtener el dato PPC se registra el peso de cada bolsa, obtenidas de las viviendas. Según el método antes indicado, se suma el peso de todas las muestras en libras según el estrato socioeconómico. Posteriormente, se divide en el número de habitantes que residen en las viviendas objeto de estudio y a su vez se divide por el número de días que se recolectaron. De esta manera, se obtendrá el índice correspondiente.

Figura 9. **Fórmula para calcular la Producción per cápita (PPC)**

$$PPC = \left(\frac{\text{Peso total de las muestras (libras o kilos)}}{\text{Número total de personas de la muestra}} \right) * 1/7 \text{ días}$$

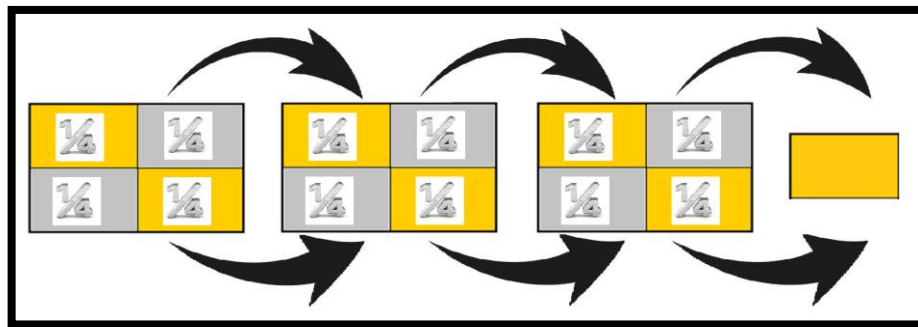
Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.
Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

4.5. Prueba de composición física

Esta es una actividad que servirá para establecer la composición física de los residuos y se procede de la siguiente manera:

- Se vierte el contenido de las bolsas según el estrato previamente identificado en un área donde se mezclarán con palas.
- Una vez mezclados los residuos sólidos se divide en cuatro partes iguales.
- Se hace una selección de dos cuartetos opuestos y se retiran los otros dos restantes y de esta manera se reduce la muestra.
- Posteriormente se mezclan los residuos sólidos para realizar un nuevo cuarteto y extraer nuevamente 2 cuartetos opuestos de la muestra clasificada.
- Se repite nuevamente el proceso hasta obtener una muestra aproximada de 100 libras sin considerar el peso del tonel que servirá para realizar la composición de los residuos sólidos.

Figura 10. **Análisis por cuarteto**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.

Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

Obtenida la muestra se clasifica según el tipo de residuo

- Residuos de carácter orgánico
- Cartón y papel
- Plástico de cualquier color
- Vidrio de distinto color
- Hierro o material ferroso
- Materiales que no contienen hierro
- Materiales varios como tierra, cuero o caucho
- Desechos peligrosos
- Desechos sanitarios otro tipo de elementos especiales

Cuando se ha terminado de clasificar por tipo de residuos, se pesa cada uno por separado. Los volúmenes pequeños se pesan con una balanza más sensible.

Para finalizar, se obtiene el peso de cada uno de los residuos clasificados y con base en esta información obtenida por la muestra del cuarteto se saca el porcentaje de cada residuo. Para este fin se utiliza la siguiente formula:

Figura 11. **Fórmula para calcular el porcentaje por día**

$$\text{Porcentaje \% por día} = \left(\frac{\text{Peso de cada residuo clasificado}}{\text{Peso total de la muestra del cuarteto}} \right) * 100$$

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.
Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

Con este cálculo se finalizan los 7 días de estudio y se procede a promediar los datos clasificados para tener una muestra representativa del tipo de los residuos.

Esta actividad se realiza por cada uno de los estratos, después se limpia el área para evitar confusión de residuos y se procede a repetirlo según el programa de caracterización por estrato social.

4.6. Prueba de densidad de los residuos sólidos

Para este proceso se utiliza el primer cuarteto, donde se obtendrá el valor que ayudará a establecer el peso de los residuos que contiene un metro cúbico. Por lo anterior, se procederá de la siguiente manera:

Se aplica una fórmula matemática para conocer el volumen del tonel a utilizar.

Figura 12. **Fórmula para calcular el volumen de un tonel**

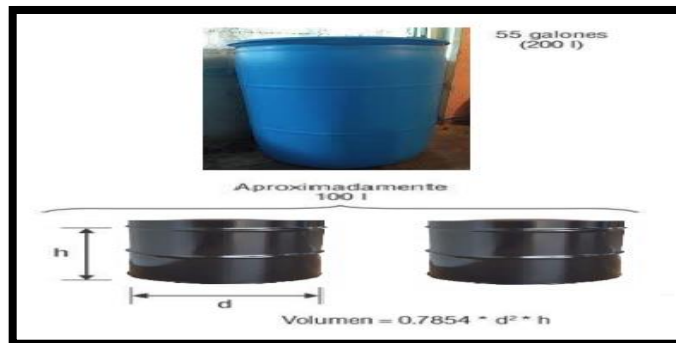
$$\text{Volumen} = 0.7854 * d^2 * h$$

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.

Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

Se llena el tonel hasta el borde sin hacer presión. Este paso se realiza después de mezclar el primer cuarteto. Con el tonel lleno se golpea en el suelo 3 veces y se deja caer una altura de 10 cm para que los residuos se compacten y asienten al fondo.

Figura 13. **Característica del tonel para medición**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.

Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

Al haber más espacio se coloca más residuos sólidos hasta llegar a la capacidad total del tonel, con el cuidado de no presionar al colocarlos. Esto se realiza para no alterar el peso volumétrico de la capacidad determinada de cada recipiente.

- Se utiliza una pesa y se sube el tonel en ella.
- Se nota el peso registrado para llevar el control pertinente.
- Se realiza una fórmula matemática en donde el dato del peso de los residuos se divide dentro del volumen del tonel y de esta manera se obtendrá la densidad de los residuos.

Figura 14. **Fórmula para calcular la densidad**

$$\text{Densidad} = \left[\frac{\text{Peso de los residuos de un tonel (lb)}}{\text{Volumen del tonel (m}^3\text{)}} \right]$$

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.

Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

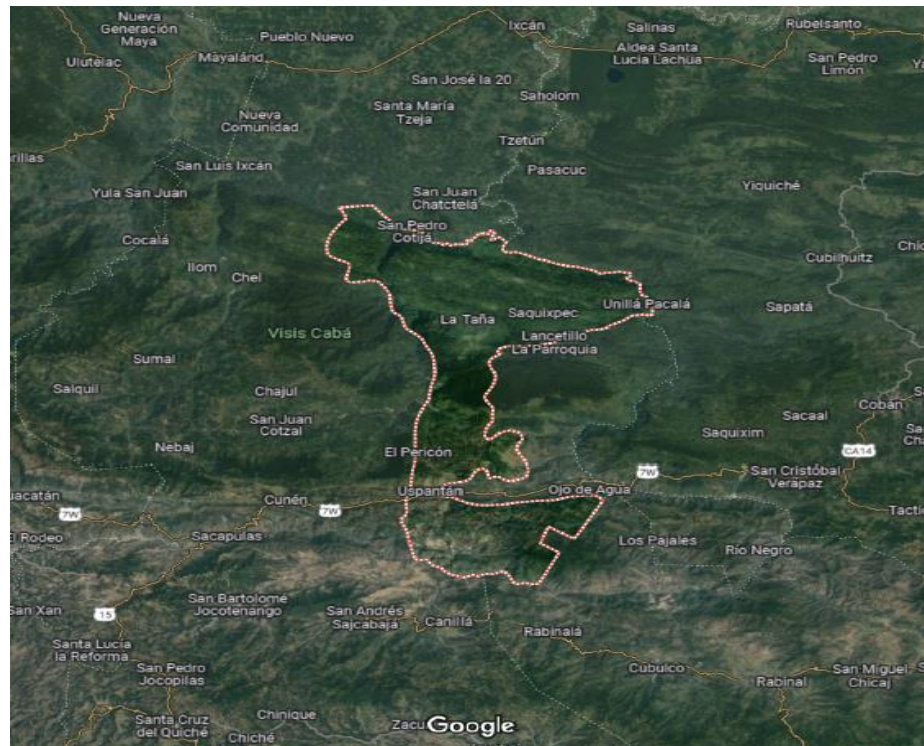
Este es el último proceso para conocer la información necesaria sobre la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios en el Municipio de San Miguel Uspantán del departamento del Quiché.

5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Descripción del ámbito de estudio

Se presenta en sentido amplio la descripción de la localidad, los sujetos, unidad y tipo de estudio, cuyos factores fueron propicios para realizar la caracterización de desechos sólidos de origen domiciliario.

Figura 15. **Municipio de San Miguel Uspantán, Quiché**



Fuente: Google.(s.f.) Mapa de del Municipio de San Miguel Uspantán, Consultado el 25 de octubre de 2022. Recuperado de <https://earth.google.com/web/search/san+miguel+uspantan/>.

- Localidad

El lugar elegido se encuentra en el municipio de San Miguel Uspantán, El Quiche, en donde se tuvo el apoyo de la población y las autoridades. Además, la accesibilidad en la toma de las muestras, transporte y clasificación tuvo como factores idóneos la adecuada cercanía de los sitios visitados y la oportuna visita por parte de los tabuladores, técnicos y coordinador de trabajo.

- Sujetos y unidad de estudio

El principal sujeto de evaluación son los elementos de carácter sólidos originados y emanados por los poblados del municipio de San Miguel Uspantán y convertidos en desechos orgánicos e inorgánicos. La unidad del estudio comprendió los desechos de origen domiciliario para analizarlos y posteriormente conocer la cantidad de dichos desechos por persona y una proyección total estimada de lo emanado por la población.

- El tipo de estudio

Se constituye como un estudio de tipo descriptivo sobre el trabajo técnico de caracterización de los desechos sólidos en forma cualitativa y cuantitativa. Lo anterior, se consiguió mediante información sobre la generación per cápita de desechos sólidos dispuestos por los habitantes del Municipio de San Miguel Uspantán, del departamento de Quiché.

5.2. Instrumentos de trabajo

- Instrumentos generales:



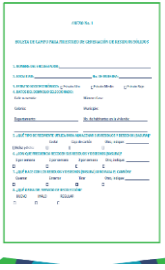

- Entrevistas: Para recolectar información sobre el funcionamiento de la gestión, recolección y disposición de los desechos sólidos domiciliarios generados en el municipio.
- Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes: Aprobada en el Acuerdo Ministerial 7-2019 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales el 08 de enero de 2019 y que estipula la aplicación de la metodología basada en la integración de procesos metodológicos formulados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS y con base en las Normas Mexicanas para la Protección al Ambiente. Dentro de la Guía se presentan herramientas para el análisis y estudio de los desechos, entre las estas se encuentra el Método de Cuarteo, que sirvió para obtener las características elementales de las muestras.
- Encuestas: El propósito de su utilización es conocer el tipo de vivienda que se encuentra en la localidad. Los instrumentos se crearon con base en encuestas que miden los niveles de pobreza. Esta última información se encuentra recopilada por el Instituto Nacional de Estadística INE.
- A las personas que habitan los domicilios objeto de estudio y que permitieron la recolección de las muestras, se les entregó una encuesta, así también, un trifoliado (folleto) que facilitó explicar el proceso de recolección de los desechos sólidos y su composición.
- Trifoliar (folleto): Permitió hacer conciencia sobre el botar desechos sólidos en lugares no adecuados y los daños que genera al medio

ambiente. Así también se les informó a las personas los días de recolección de desechos, es decir, la entrega de las muestras y una síntesis del estudio de caracterización de desechos sólidos.

- Instrumentos específicos
 - Bolsas: Las utilizadas fueron de material plástico de color negro de 10 galones. Los colaboradores para la caracterización, en la fase de recolección, entregaron estas bolsas a manos de los habitantes de las viviendas para que introdujeran los desechos sólidos.
 - Etiquetas: A las bolsas se les colocó una etiqueta de identificación de color verde y para los desechos inorgánicos se utilizó una etiqueta de color amarillo.
 - Vehículos: Se utilizaron 2 transportes adecuados para la recolección y estos fueron 2 pick-ups de 1.3 toneladas de capacidad.
 - Marcadores, se utilizaron dos marcadores indelebles para escribir en las etiquetas los códigos correspondientes a cada recolección.

A continuación, se presenta los materiales usados en la obtención de las muestras.

Figura 16. Instrumentos generales

Instrumento	Cantidad	Imagen
Entrevistas	60	<p style="text-align: center;">MODELO DE ENTREVISTA</p> <p>Introducción: Objetivo del estudio de campo Ciudad: San Fernando de la Bodega</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿cómo vive la familia y la gestión de sus residuos sólidos? <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 2. ¿cómo vive el Tiempo de recolección de los residuos sólidos en la comunidad? <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 3. ¿cómo se relaciona con las autoridades y el Estado de servicios recibidos en su municipio? <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 4. ¿cómo que la gente con un servicio de la gestión de sus residuos sólidos? <hr/>
Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes	1	 <p style="text-align: center;">  Gobernación del Magdalena Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes </p>
Encuestas	60	 <p style="text-align: center;">ENCUESTA 1</p> <p>ENCUESTA 1</p> <p>ENCUESTA 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿cómo vive su familia? <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿cómo vive su familia? <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿cómo vive su familia?
Trifoliar	60	 <p>¿CÓMO SE VA A GESTIONAR LA COSECHA?</p> <p>¿CÓMO SE VA A GESTIONAR LA COSECHA?</p> <p>¿CÓMO SE VA A GESTIONAR LA COSECHA?</p>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 17. Instrumentos específicos

Instrumento	Cantidad	Imagen
Bolsas	1000	
Etiquetas	1000	
Vehiculos	2	
Marcadores	4	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

5.3. Fases de campo

- Fase 1. Base de datos para determinar el número de viviendas

Para llevar a cabo esta fase se usaron datos de la oficina de catastro y conforme a esta información se definieron los caseríos, lotificaciones, aldeas y colonias según los estratos sociales, además se ordenó en orden alfabético y se computó la cantidad de inmuebles. Se formaron listados de direcciones y al final de cada listado se sumó al total de viviendas encontradas en cada localidad. Este proceso se desglosó en dos etapas.

La primera etapa se inició en la cabecera municipal. Esta se delimitó por zonas, posteriormente por direcciones. Cada una de ellas se le asignó un código y se formó una nomenclatura. Después se procedió a ordenarla en una tabla de Excel para que todas las viviendas tuviesen la misma oportunidad de ser elegidas dentro de la muestra. Una vez ordenada la información se dividieron en 8 sectores incluida la cabecera municipal. Se crearon filtros para segmentar las áreas, posteriormente se dividió en hojas de cálculo para realizar un reordenamiento de menor a mayor según el número de casa, lote o apartamento.

La segunda etapa la conformaron los demás sectores de la población, alrededor de la cabecera y en la profundidad del municipio. Se utilizó la información proporcionada por la municipalidad y de igual manera se establecieron los datos. Se segmentó, estratificó y enumeraron las viviendas y se procedió a hacer el cómputo del total de ellas.

- Fase 2. Clasificación por estrato de viviendas dentro del municipio de San Miguel Uspantán

Para obtener el número de viviendas utilizadas de muestra fue necesario depurar los listados de domicilios registrados en el casco municipal y demás población circundante según el número de inmueble o de notificación. Se sumó el total de inmuebles de los caseríos, aldeas, colonias, notificaciones y zonas. De esta manera se obtuvo un número aproximado total de viviendas que se encuentran situadas en el territorio delimitado y cuyas características del estrato socioeconómico, les dio la oportunidad de ser elegidas.

Se aplicó una fórmula matemática para establecen el número de viviendas que servirá como muestra del estudio en cuestión. Durante ocho días, los desechos sólidos se recolectaron de estas viviendas. Esta actividad es en sí, el proceso que inicia la caracterización de desechos sólidos generados por la población en el municipio de San Miguel Uspantán. Por lo anterior, se necesitó la utilización de la siguiente fórmula.

Figura 18. **Fórmula para calcular la muestra**

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.

Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

Dónde:

n = número de muestras a encuestar y caracterizar

Z = nivel de confianza 95 % (1.96)

N = es el número total de viviendas, 14,065

Σ = desviación estándar (0.20)

E = porcentaje de error permitido 5.1 % (0.051) (CEPIS, 1997)

Al aplicar la fórmula para calcular el número de viviendas que conformaron la muestra, dio como resultado la cantidad aproximada de 60 viviendas. Lo anterior, cumple con lo estipulado en la Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes establecida por el MARN.

Adicionalmente, para que las muestras se encontrarán segregadas en forma correcta, alrededor de todo el municipio, se utilizó la función de rango alto y rango bajo. Para obtener este dato se utilizaron 2 variables, las cuales fueron:

- 1. Número total de los hogares por estrato
- 2. Número de muestras por cada estrato

Para cada estrato se dividió la totalidad de los hogares entre la cantidad de las muestras de cada uno. De esta manera se encontró el rango del grupo con base en la sumatoria acumulada de cada aldea, caserío, notificación, colonia y vivienda ubicada dentro del municipio. De tal manera la segregación será efectiva para que cada una de las viviendas tenga la oportunidad de ser elegida dentro de la muestra. Mediante esta actividad se llevó con éxito la recolección de muestras.

- Fase 3. Encuesta para caracterización de viviendas

Para el presente estudio se elaboró una encuesta dirigida al encargado de cada una de las viviendas. Las preguntas establecidas dentro de la encuesta están estipuladas en la Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes y ellas son:

- Identificación de la vivienda
 - Nombre del encuestador a cargo
 - Localidad o lugar de residencia
 - Estrato socioeconómico (mixto)
 - datos del domicilio seleccionado
- Preguntas sobre el tratamiento de desechos:

¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar sus residuos y desechos?

¿Con qué frecuencia recogen sus residuos y desechos (basura)?

¿Qué hace con los residuos y desechos (basura) si no pasa el camión?

¿Qué opina del servicio de recolección?

- Fase 4. Determinación de las características físicas de los desechos sólidos

La composición física cuantitativa se define como las características que pueden medirse y a la vez representar, según las cantidades en unidades y medidas. Por lo tanto, para determinar los parámetros de evaluación de características de esta índole, se hace mediante el peso en libras o kilogramos generados por persona, por día en el municipio de San Miguel Uspantán.

Posteriormente, se cuantifican por libras o kilogramos generados por la totalidad de personas por día. En este caso los datos más relevantes son la Producción Per Cápita (PPC) de desechos sólidos.

Para la recolección de los desechos, fue necesaria la participación de los habitantes de estas viviendas a las cuales se les solicitó dividir sus desechos en dos bolsas diferentes. Una de ellas debería de contener los desechos orgánicos y la otra los inorgánicos. Este proceso se llevó a cabo durante 8 días continuos.

Además de la recolección, se dio una capacitación a las personas de cada una de las viviendas que permitieron colaborar con el estudio. Esta actividad fue breve y sencilla haciéndole saber a los individuos, cómo se conforman los desechos sólidos, su división, composición y los daños medioambientales que puede ocasionar verterlos en lugares no apropiados. Posteriormente, se recolectaron las bolsas obtenidas en cada vivienda para lo cual se verificó que coincidiera con los registros etiquetados y establecidos con anterioridad.

No se tomó en cuenta el primer día de recolección, según lo estipula Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes del MARN. Por lo general, las personas introducen más desechos de lo normal y esto ocasiona una mala cuantificación de los desechos per cápita, por lo tanto, se vertieron los desechos recolectados en el Basurero Municipal ubicado en la Comunidad Chiyutales II.

- Fase 5. Proceso de obtención y análisis de las muestras
 - Obtención de muestras

- El proceso se inició con el personal, las encuestas y el equipo de ordenamiento y clasificación en los puntos de recolección.
 - Se registró la información particular de cada una de las viviendas conforme el número de habitantes, posteriormente se hizo la codificación para ordenar y tabular los datos obtenidos.
 - Se entregó al encargado de la familia las bolsas rotuladas y codificadas con las instrucciones establecidas sobre la clasificación de desechos orgánicos e inorgánicos.
 - Se procedió a la recolección mediante los vehículos asignados en los puntos seleccionados sobre las rutas principales, conformando un vehículo de aseo para que en forma ordenada fueran colocadas las bolsas etiquetadas y de esta manera hacer fácil la labor de separación.
- Fase 6. Análisis de la composición de los residuos sólidos según peso y porcentaje

Para este procedimiento se tomaron las muestras obtenidas en cada una de las viviendas seleccionadas y se efectuó el pesaje de la bolsa por vivienda.

Tabla I. **Desglose del peso de la muestra**

CÓDIGO	NUMERO	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
VIVIENDA	DE	peso	peso	peso	peso	peso	peso	peso
	HABITANTES	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
1	5	3.15	4.04	4.34	2.41	5.55	4.14	4.9
2	5	6.74	3.03	3.1	5.48	5.06	5.41	3.01
3	5	5.18	5.64	4.69	5.27	5.58	5.3	4.5
4	7	5.82	5.7	5.69	5.81	5.87	5.84	12.04
5	5	3.49	5.18	9.2	4.52	5.16	3.6	6.5
6	4	3.11	3.12	2.38	5.6	3.04	3.17	4.8
7	2	2.54	2.52	0.32	2.33	1.91	1.13	2.34
8	4	4.44	5.15	3.12	2.44	2.93	4.99	1.68
9	10	10.67	5.69	7.82	5.3	10.1	6.12	9.92
10	8	7.84	9.14	8.51	7.79	8.58	8.68	8.51
11	5	3.78	3.87	3.65	7.79	7.96	5.73	3.77
12	4	1.77	2.65	1.64	1.6	2.26	3.2	15.33
13	4	2.34	2.52	2.53	8.36	8.55	2.33	1.67
14	5	5.23	5.62	5.51	5.12	6.15	5.82	4.97
15	5	5.59	3.44	6.05	3.64	5.46	6.66	3.42
16	7	6.67	7.63	6.71	7.46	7.11	6.51	5.46
17	7	5.89	3.79	3.12	4.79	7.34	10.63	6.36
18	6	5.92	3.77	5.82	3.34	5.96	4.45	5.53
19	2	2.64	1.85	0.87	1.59	0.92	1.7	0.68
20	2	2.15	1.14	2.09	2.22	0.18	2.1	2.89
21	5	4.55	4.82	2.95	4.52	3.79	5.44	3.53
22	4	4.29	2.72	3.43	0.23	3.3	5.35	2.31
23	2	2.1	2.78	2.73	2.53	2.32	2.06	1.76
24	7	12.99	7.83	13.59	7.81	2.15	3.24	2.25
25	7	7.35	7.33	7.77	7.45	6.79	6.38	6.39
26	4	2.53	2.52	2.91	3.86	4.93	4.52	5.53
27	5	7.99	3.71	4.06	4	3.92	3.89	6.62
28	5	3.84	4.33	4.7	4.89	5.52	4.41	7.34
29	3	2.95	2.54	0.99	2.49	3.03	2.71	0.51
30	5	4.87	3.86	4.61	5.1	8.31	3.87	4.59
31	3	4.59	1.45	2.47	3.18	3.15	2.37	3.55
32	5	3.53	1.52	6.03	4.53	5.28	2.52	2.53
33	5	5.18	4	6.75	3.51	3.6	4.5	4.27

Continuación de la tabla I.

CÓDIGO	NUMERO	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
VIVIENDA	DE	peso	peso	peso	peso	peso	peso	peso
	HABITANTES	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
34	5	11.2	12.81	1.8	1.89	5.42	1.68	1.62
35	4	4.35	2.92	2.24	1.4	3.86	2.95	3.07
36	8	1.99	3.48	1.98	21.51	8.5	8.49	7.93
37	6	5.92	7.43	7.7	6.6	5.57	4.46	7.34
38	5	3.66	4.15	3.02	4.4	3.85	5.47	4.03
39	6	6.94	6	6.03	5.62	5.48	5.61	5.94
40	3	4.01	2.66	3.23	2.51	3.1	3.12	3.42
41	5	5.4	4.83	4.26	5.85	3.88	5.78	4.3
42	9	7.4	8.57	11.82	9.3	7.41	9.41	9.12
43	5	6.62	3.03	3.1	5.44	5.07	5.36	3.01
44	6	2.4	4.11	9.16	7.83	4.46	5.64	4.86
45	3	2.58	2.48	2.51	2.55	2.68	2.62	2.57
46	3	3.12	2.57	0.45	2.74	3.06	0.77	3.17
47	4	6.87	2.31	2.34	5.53	5.06	5.46	2.3
48	6	1.62	1.79	1.68	27.62	1.93	1.75	2.45
49	5	7	3.03	3.1	5.57	5.06	5.51	3.01
50	5	5.12	4.44	4.86	4.9	5.3	4.49	4.55
51	10	4.83	9.71	10.8	8.84	11.89	9.84	8.41
52	5	5.18	5.2	5	4.9	4.69	4.87	4.5
53	4	4.01	3.11	3.88	2.78	3.79	4.78	3.75
54	4	3.73	3.94	2.19	2.25	4.32	4.13	3.65
55	4	1.6	11.03	2.3	1.77	1.61	8.15	1.7
56	8	8.08	6.04	8.06	7.42	7.9	8.67	6.19
57	6	6.02	6.48	7.09	5.44	7.28	4.04	7.42
58	4	5.41	5.13	4.59	3.98	4.75	3.9	3.71
59	8	6.69	13.12	3.88	4.79	8.25	7.79	8.7
60	4	2.82	4.74	3.85	3.87	2.79	1.82	3.94
TOTAL		296.29	280.01	271.07	314.26	298.72	285.33	284.12

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel

- Fase 7. Análisis del cuarteo de la muestra

Al obtener la muestra de cada una de las viviendas se efectúa la clasificación y mezcla, por lo que en el primer día se colocan los residuos obtenidos sobre una superficie amplia, limpia y rígida que no tenga tierra, piedras o componentes externos de los residuos recolectados. Para este trabajo se necesitó colocar un nylon grande para que los residuos no tengan contacto con otros residuos recolectados durante la etapa de este estudio.

Se sacan los residuos de las bolsas y se colocan en un lugar formando una montaña con el fin de mezclar y homogeneizar la muestra. Se necesitó que los residuos grandes y pequeños puedan manipularse a través de las herramientas utilizadas. En este caso son empleadas las palas mezcladoras.

Figura 19. **Selección por cuarteo**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

Una vez que los residuos fueron unificados y formaron una montaña, se dividieron en cuatro partes. La selección fue conforme a partes iguales que posteriormente se separaron. Este proceso se repitió de la misma forma con las dos partes restantes y la muestra se volvió a mezclar para dividirse nuevamente en cuatro partes. Luego se escogieron dos y esto se repitió nuevamente hasta obtener una muestra no menor a 100 libras de residuos sólidos.

- Fase 8. Análisis del resultado del peso en porcentajes sobre la composición física de los desechos sólidos

En este proceso se clasificaron los residuos en forma manual mediante el pesaje de cada uno de los elementos clasificados para obtener el porcentaje de composición de cada elemento dividiéndose en:

- Desechos orgánicos
 - Alimentos
 - Cartón y papel
 - Madera
 - Tierra
- Desechos inorgánicos
 - Metales
 - Plásticos
 - Tela
 - Vidrio
 - Desechos sanitarios

Se realizada la clasificación y se pesa individualmente, según lo establece La Guía de Caracterización.

Tabla II. **Análisis del peso de los residuos sólidos**

Información	general	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
		peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
Datos	Peso de la muestra (kg)	296.29	280.01	271.07	314.26	298.72	285.33	284.12
	Peso del cuarteo (kg)	40.05	53.21	43.28	50.96	48.96	53.61	49.79
Orgánicos	Sobrantes de Comida	22.93	26.81	22.75	30.73	24.79	28.32	27.51
	Cartón y Papel	6.00	9.02	9.73	8.47	7.82	8.30	7.73
	Derivados de Madera	0.87	0.69	1.08	1.04	0.99	1.13	0.71
	Vidrio	1.02	0.96	0.79	0.88	0.85	1.05	1.05
Inorgánicos	Latón	1.54	3.95	2.50	2.11	1.50	1.51	1.06
	Plástico Duro	6.64	10.18	5.19	5.16	9.29	10.50	10.89
	Derivados de Tela	0.49	0.41	0.21	1.51	2.01	1.51	0.21
	No Recuperable	0.55	1.18	1.03	1.05	1.71	1.29	0.62

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla III. **Relación en % de los residuos sólidos clasificados**

Información general		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
		peso (kg)	peso (kg)	peso(kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
	Peso del cuarteo (kg)	40.05	53.21	43.28	50.96	48.96	53.61	49.79
Orgánicos	Restos de alimentos	57.25 %	50.39 %	52.57 %	60.31 %	50.63 %	52.82 %	55.24 %
	Papel y cartón	14.99 %	16.95 %	22.47 %	16.62 %	15.97 %	15.49 %	15.53 %
	Madera	2.17 %	1.30 %	2.49 %	2.04 %	2.02 %	2.10 %	1.43 %
	Inorgánicos							
	Vidrio	2.56 %	1.81 %	1.83 %	1.74 %	1.74 %	1.96 %	2.11 %
	Metal	3.85 %	7.43 %	5.77 %	4.14 %	3.06 %	2.82 %	2.13 %
	Plástico	16.58 %	19.13 %	12.00 %	10.13 %	18.98 %	19.59 %	21.88 %
	Telas	1.23 %	0.78 %	0.50 %	2.96 %	4.11 %	2.81 %	0.43 %
	Residuos sanitarios	1.38 %	2.21 %	2.38 %	2.06 %	3.49 %	2.40 %	1.25 %
	Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Figura 20. **Clasificación de los residuos solidos**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

- Fase 9. Análisis del resultado del volumen de los desechos sólidos

Después de hacer el pesaje de cada uno de los elementos se conoció el volumen de los residuos sólidos. Con esta información se procedió a pesar los residuos sin la compactación y posteriormente con la compactación de estos.

Tabla IV. **Peso compactado de los residuos sólidos clasificados**

Datos generales		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
		peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
Desecho Orgánicos	Suelto (kg)	8.15	10.39	9.75	11.39	9.08	11.44	9.79
	Compacta-do	11.31	13.10	11.47	13.31	11.33	14.38	12.43
Desecho Inorgánicos	Suelto (kg)	3.44	3.43	2.62	4.40	3.65	4.11	4.69
	Compacta-do	4.27	4.06	3.34	4.82	3.97	4.56	5.71

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La compactación se hizo utilizando un martillo grande y después se utiliza la fuerza dando al recipiente 6 golpes contra el suelo, para que la compactación sea adecuada. Se evitó que los residuos salieran del recipiente o que este fuese quebrado.

- Fase 10. Resultados del análisis de la densidad

Al terminar de compactar los elementos sólidos se determina una densidad promedio entre los residuos orgánicos e inorgánicos, dando los siguientes resultados.

Tabla V. **Análisis de la densidad de los residuos**

Datos generales	Concepto	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
		peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
Desecho Orgánicos	Suelto (kg/m ³)	21.63	24.30	23.04	27.27	21.60	27.41	23.61
	Compactado kg/m ³	28.23	34.50	29.98	33.56	30.30	34.73	31.53
Desecho Inorgánicos	Suelto (kg/m ³)	9.78	9.35	6.41	12.39	9.50	10.41	11.51
	Compactado kg/m ³	11.86	10.13	8.70	13.98	12.27	13.06	12.95
Desecho Orgánicos	Suelto (kg)	54 %	46 %	53 %	54 %	44 %	51 %	47 %
	Compactado	70 %	65 %	69 %	66 %	62 %	65 %	63 %
Desecho Inorgánicos	Suelto (kg)	24 %	18 %	15 %	24 %	19 %	19 %	23 %
	Compactado	30 %	19 %	20 %	27 %	25 %	24 %	26 %

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

El promedio de la densidad es la siguiente:

- Desechos orgánicos sueltos 24.12 kg/m³ = 50 %
- Desechos orgánicos compactados 31.83 kg/m³ = 66 %
- Desechos orgánicos sueltos 9.91 kg/m³ = 20 %
- Desechos inorgánicos compactados 11.85 kg/m³ = 25 %

- Fase 11. Análisis del resultado del porcentaje de humedad

Se efectúa a través de una fórmula matemática y consiste en conocer el porcentaje de humedad encontrado en los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos obtenidos de cada una de las viviendas.

Para conocer el peso en seco se trabaja con uno de los últimos cuartetos clasificados donde fue necesario dividir el número del peso crudo en tres o cuatro

partes para incorporarlo dentro de un horno esto se hace con tres distintos segmentos en peso seco para confirmar el resultado final. Después se aplica la siguiente formula:

Figura 21. **Calculo para conocer el porcentaje de humedad**

$$\%H = \frac{W - D}{W} \times 100$$

Fuente: Acervo Digital (s.f.). *Ejemplos Humedad y Aire en el suelo*. Consultado el 18 de agosto de 2022. Recuperado de <http://www.acervodigital.cab.unam.mx/materiales/35quimica>.

Donde:

% H = contenido del % humedad

W = peso inicial de muestra según se entrega (kg)

D = peso de la muestra después de secarse a 105°C (kg)

El resultado de esta operación en el siguiente:

Tabla VI. **Análisis del porcentaje de humedad**

Datos generales	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
		peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
Peso del cuarteo (kg)	40.05	53.21	43.28	50.96	48.96	53.61	49.79
Peso del cuarteo seco (kg)	26.02	28.79	19.85	26.15	26.63	25.16	26.32
% H	35 %	46 %	54 %	49 %	46 %	53 %	47 %

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel

- Fase 12. Análisis de la producción per cápita de los desechos sólidos

Se toma el peso de cada una de las muestras obtenidas de cada vivienda y según el número de habitantes se obtiene la Producción Per Cápita -PPC- de desechos sólidos. Para ello se utiliza la fórmula establecida en la Guía de Caracterización que sirve de base para el presente estudio.

Figura 22. **Formula de la Producción Per Capital de desechos**

$$PPC = \frac{W \text{ total de la muestra}}{\text{Número total de personas}}$$

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2018). *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*. Consultado el 18 de agosto de 2022.

Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12>.

Por lo anterior se puede establecer que el valor promedio de la Producción Per Cápita -PPC- de desechos para el Municipio de San Miguel Uspantán del departamento de Quiché es de 0.1322 kg/habitante/día.

Tabla VII. **PPC Con base en las muestras de desechos**

No.	No. de	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
vivienda	habitantes	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)	peso (kg)
60	307	296.29	280.01	271.07	314.26	298.72	285.33	284.12
		13.79 %	13.03 %	12.61 %	14.62 %	13.90 %	13.28 %	13.22 %
Promedio								13.22 %

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

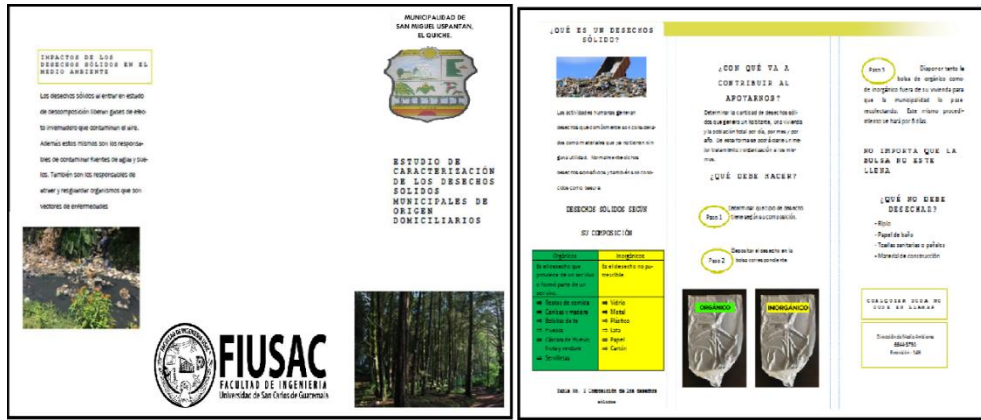
- Fase 13. Propuesta ecológica para la manipulación, control y tratamiento de los desechos sólidos en el Municipio de San Miguel Uspantán Departamento de Quiché

En el proceso de recolección de desechos sólidos en las viviendas que se seleccionaron a través de la fórmula del muestreo, se estableció que, los pobladores no tienen la costumbre o cultura de clasificar sus desechos en orgánicos e inorgánicos.

Por lo tanto, esta es una oportunidad para que las familias que integran la población del Municipio de San Miguel Uspantán del departamento de Quiché aprendan a clasificar los residuos orgánicos e inorgánicos y, además, sensibilizar a dicha población, por medios idóneos sobre el efecto de verter desechos en lugares inadecuados es decir el daño que puede ocasionar al medio ambiente.

En este sentido se propone la utilización del trifoliar informativo para la clasificación de los desechos sólidos:

Figura 23. Propuesta del trifoliar informativo



Fuente: elaboración propia, elaborado en Microsoft Word y Paint.

Respecto a los funcionarios y empleados públicos de la municipalidad, se les es necesario, implementar rutas de recolección de desechos sólidos tomando en cuenta las directrices de clasificación. Con este trabajo en conjunto entre la población y las autoridades municipales, previo conocimiento de la clasificación de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, se podrán establecer días para recolectar unos y días para hacerlo con los otros.

Por lo anterior, es necesario integrar a la población y proporcionales las herramientas adecuadas, para que esta actividad sea en beneficio de todos. La clasificación de desechos sólidos debe ir poco a poco y en forma progresiva entrando en la costumbre o cultura de la población para minimizar la contaminación ambiental del municipio.

Al dotar a la población de conocimientos y formas de clasificar los desechos sólidos, las autoridades podrán tener mejor control en el tratamiento de estos y la disposición en los vertederos será eficiente. Evitando así, un desgaste del medio ambiente, tomando en cuenta que, los desechos sólidos de carácter orgánico son difíciles de degradar. Dadas estas circunstancias, en algún momento, los vertederos municipales deberán de cambiar su ubicación por no darse abasto debido a la simultánea mezcla de estos desechos.

De esta manera, se propone que cada vivienda tenga por lo menos dos recipientes para la separación de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Figura 24. **Propuesta de recipientes para clasificación de residuos**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantán, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

CONCLUSIONES

1. Se recolectó una muestra total de 2,029.80 kilos sin compactar durante 7 días que duro el proceso de recolección de desechos sólidos domiciliarios.
2. Se estableció una muestra por cuarteto que sirvió para el análisis de desechos y esta quedó en 339.86 kg.
3. Se comprobó el peso de cada elemento de la muestra en: sobrantes de Comida 183.84 kg., cartón y papel 57.07 kg., derivados de madera 6.50 kg., vidrio 6.62 kg., latón 14.17 kg., plástico duro 57.86 kg., derivados de tela 6.36 kg., elementos no recuperables 7.43 kg.
4. Se constató que la humedad promedio calculada en la muestra total de desechos sólidos domiciliarios fue de 47 %.
5. Se confirmó en el Estudio de Caracterización que el Promedio Per Cápita de desechos por habitantes fue de 13.22 %
6. Se conoció que la composición orgánica e inorgánica de los desechos sólidos fue de desechos orgánico 72.80 % e inorgánicos del 27.20 %.

RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo los estudios de la caracterización de desecho por parte de las autoridades municipales en forma periódicamente, para comparar los patrones de consumo al igual que si los domicilios siguen generando la misma cantidad de desechos.
2. Buscar un área adecuada para crear un nuevo relleno sanitario municipal, para que sean dispuestos los desechos sólidos de origen domiciliario como comercial.
3. Crear en la población la costumbre de separar los desechos domiciliarios y comerciales en orgánicos e inorgánicos.
4. Entregar a la población dos recipientes de basura para que viertan los desechos y hacer la separación antes de entrégalos a los encargados de recolección de basura.
5. Implementar planes de recolección de los desechos sólidos que considere las cantidades generadas por sectores e incluya las rutas de los servicios privados de recolección.
6. Crear un reglamento sobre el tratamiento de desechos sólidos dirigido a toda la población que reside en el municipio de San Miguel Uspantán para que conozcan la importancia del manejo integrado de desechos sólidos.

REFERENCIAS

1. Acuerdo Gubernativo 509-2001. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios*. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Diario de Centroamérica. 28 de diciembre de 2001.
2. Ayuntamiento Aljaraque. (2020). *Residuos Urbanos*. Aljaraque, Huelva, España. Recuperado de <https://www.ayto-aljaraque.es/es/areas-tematicas/medio-ambiente/buenas-practicas-ambientales/residuos-urbanos/>
3. Barradas, A. (2001). *Gestión integral de residuos sólidos municipales*. Miantilán, Veracruz, México.: E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).
4. Centro Esdras. (2016). *Problemática de los desechos sólidos en Guatemala*. Guatemala: Recuperado de www.infoiarna.org.gt/rediarna/Articulos_prensa_iarna/adjuntos/2016/problematika-desechos-solidos.pdf.
5. Constitución de Política de la República de Guatemala. (1985). *Asamblea Nacional Constituyente*. 31 de mayo de 1985.
6. Coordinación Ejecutiva para el Desarrollo Sostenible Dirección Provincial de Relaciones con la Comunidad. (junio, 2015). *Gestión integral de*

residuos sólidos urbanos. Recuperado de <https://silo.tips/download/documento-destinado-a-docentes>.

7. Decreto 12-2002. (2002). *Código Municipal*. Diario de Centroamérica. Guatemala. 02 de abril de 2002.
8. Decreto 17-73. (1973). *Código Penal*. Diario de Centroamérica. Guatemala. 05 de julio de 1973.
9. Decreto 68-86. (1986). *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Diario de Centroamérica. Guatemala. 28 de noviembre de 1986.
10. Decreto Ley 106. (1963). *Código Civil*. Jefe de Gobierno de la República, 14 de septiembre de 1963.
11. Definición. DE. (enero, 2011). *Definición de residuo sólido - Qué es, Significado y Concepto*. Recuperado de <https://definicion.de/residuo-solido/>.
12. Definición. DE. (agosto, 2010). *Definición de reciclaje - Qué es, Significado y Concepto*. Recuperado de <https://definicion.de/reciclaje/>.
13. Díaz, F. (1989). *Ecología I: Ambiente Físico y Organismos Vivos*. España: Síntesis Editorial.
14. Fraume, N. (2008). *Diccionario Ambiental*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

15. INECOL del Gobierno de México. (2021). *Las tres R: Una opción para cuidar nuestro planeta*. México. Recuperado de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/413-las-tres-r-una-opcion-para-cuidar-nuestro-planeta>.
16. Instituto Nacional de Estadística. (2022). *Boletín Informativo Departamento de Quiché*. Guatemala. Recuperado de <https://www.ine.gov.gt/sistema/uploads/2013/12/10/PHFDLjafFvzpyg3pxavkdXKA8xvUn6HO.pdf>.
17. Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Lima, Perú. Recuperado de <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>.
18. Juste, I. (2020). *Tipos de plásticos - Guía de Clasificación*. Madrid, España. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-plasticos-1732.html>.
19. López, M. (2017). *Manual. Recogida y transporte de residuos urbanos o municipales* (Primera ed.). Madrid, España: Editorial Cep.
20. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (2018). *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes*. Guatemala, Guatemala. Recuperado de <https://raicescomunitarias.org/userfiles/2019/12/Gui%CC%81a-para-la-identificacio%CC%81n-gra%CC%81fica-de-los-residuos-so%CC%81lidos-comunes.pdf>.

21. Organización Panamericana de Salud. (2020). *Residuos Sólidos - OPS/OMS* | Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/>.
22. ProCycla. (2021). *Residuos inorgánicos: definición y tipos*. Melipilla, Santiago de Chile. Recuperado de <https://procycla.cl/residuos-inorganicos/>.
23. Rodríguez, M. (2016). *Economía del municipio de Uspantán, Quiché*. Guatemala. Recuperado de <https://www.deguate.com/departamentos/quiche/economia-del-municipio-de-uspantan-quiche/>.
24. Sanz, D. (2012). *Ecología Verde*. Madrid, España. Recuperado de www.ecologiaverde.com.
25. Segura, A. (2016). *Guía de las Tres erres ecológicas: reducir, reutilizar, reciclar como reglas para cuidar el medio ambiente*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_6714.pdf.
26. Universidad Nacional de México. (2018). *El ciclo de los residuos y el manejo integral de los residuos*. México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/431/4/A4.pdf>.
27. Vargas, J. (2007). *Primer Informe sobre Desechos Sólidos Domiciliares*. Guatemala. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

28. Zamora, J. (2012). *Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3688.pdf.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Equipo para pesar los desechos**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 2. **Tabuladores en el proceso de encuestas**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 3. **Botadero municipal en la comunidad Chiyutales II**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 4. **Proceso de recolección y compactación de residuos**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 5. **Caracterización de los desechos orgánicos e inorgánicos**



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 6. Proceso de análisis de las muestras



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.

Apéndice 7. Foco de contaminación en Aldea Cholá



Fuente: [Fotografía de Julio Rolando Estrada Mateo]. (San Miguel Uspantan, Quiché. 2022).
Colección particular. Guatemala.