

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Sur Occidente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Caracterización de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán.

Por:

Mirna José Dardón Paz

201441285

Mazatenango, Suchitepéquez enero de 2,020

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Sur Occidente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Caracterización de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán.

Por:

Mirna José Dardón Paz
201441285

ASESOR:

Ing. Agr. Celso Morales González

Presentado ante las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente – CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a conferírsele el título que le acredita como Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciado.

Mazatenango, Suchitepéquez enero de 2,020

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

AUTORIDADES

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| MSc. Murphy Olimpo Paiz Recinos | Rector |
| Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo | Secretario General |

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

| | |
|----------------------------------|----------|
| Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano | Director |
|----------------------------------|----------|

REPRESENTANTES DE PROFESORES

| | |
|--------------------------------------|------------|
| M.Sc. José Norberto Thomas Villatoro | Secretario |
| Dra. Mirna Nineth Hernández Palma | Vocal |

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles | Vocal |
|-----------------------------------|-------|

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

| | |
|---------------------------------------|-------|
| TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel | Vocal |
| PEM y TAE Rony Roderíco Alonzo Solís | Vocal |

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Carrera de Licenciatura Trabajo Social

Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara

Coordinador Carreras de Pedagogía

Dr, René Humberto López Cotí

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

MSc. Erick Alexander España Miranda

Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

MSc. José David Barrillas Chang

Coordinador Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Carrera Plan Fin de Semana del CUNSUROC

Coordinador Carreras de Pedagogía

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

Coordinador Carrera de Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

Lic. Herman Heinrich

DEDICATORIA

A DIOS: Por la vida y la sabiduría

A MIS PADRES: Mirna Marivel Paz Velásquez y José Antonio Dardón y Dardón,
Como recompensa del amor y esfuerzo a lo largo de toda mi etapa estudiantil.

A MIS HERMANOS: José Antonio Dardón Paz y José Andrés Dardón Paz.
Por el amor y comprensión en el trayecto de la carrera universitaria

A MI SOBRINO: José Antonio Dardón Coyoy
Esperando ser uno de sus ejemplos a seguir.

AGRADECIMIENTO

A.: Universidad de San Carlos de Guatemala, por la formación académica basada en docencia, investigación y extensión.

A.: Al programa de Ejercicio Profesional Supervisado Multidisciplinario –EPSUM-, por facilitar la realización del EPS.

A.: Ing Agr. Celso Morales González supervisor del Ejercicio Profesional Supervisado por el tiempo y dedicación durante su asesoría.

A: Ing. Alfredo Herrera Amado, Alcalde municipal de Totonicapán, por el apoyo brindado durante la investigación realizada.

A.: Lic Santos Norato, Asesor municipal local de Totonicapán, por la comprensión y directrices brindadas durante la etapa de EPS.

A: Junta Directiva de Bienes y Recursos Naturales de 48 Cantones de Totonicapán, por la aceptación y amistad brindada durante la etapa de EPS

A: MSc. Heydi Angelina Vela Armas e Inga. GAL Kharla Leticia Marysol Rodas por la asesoría en la investigación realizada.

A: Inga Agr. Mirna Lucrecia Vela Armas y MSc. Karen Rebeca Pérez por el tiempo dedicado a la revisión de mi documento de graduación.

A: Ing. GAL. César Ivan Rodríguez Alvarado por el apoyo moral y asesoría técnica en la etapa de EPS

A: Mis amigos de la universidad y al equipo EPSUM Totonicapán, por la amistad y experiencias compartidas.

Índice General

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Resumen..... | x |
| Abstract..... | xii |
| I. Introducción..... | 1 |
| II. Revisión de Literatura | 2 |
| 2.1. Marco Referencial..... | 2 |
| 2.1.1. Aspectos generales del municipio de Totonicapán..... | 2 |
| 2.1.2. Ubicación geográfica | 3 |
| 2.1.3. Características del municipio..... | 4 |
| 2.1.4. Manejo actual de los desechos en el municipio de Totonicapán. | 4 |
| 2.2. Marco Conceptual..... | 5 |
| 2.2.1. Residuos Sólidos..... | 5 |
| 2.2.2. Desechos Sólidos..... | 6 |
| 2.2.3. Clasificación de los residuos y desechos sólidos | 6 |
| 2.2.4. Los residuos según su origen..... | 6 |
| 2.2.5. Los residuos según su biodegradabilidad..... | 8 |
| 2.2.6. Los residuos según su composición | 8 |
| 2.2.7. Caracterización de residuos y desechos sólidos | 10 |
| 2.2.8. Gestión de residuos y desechos sólidos..... | 10 |
| 2.2.10. Manejo integral de residuos..... | 11 |
| 2.2.10.1. Recolección. | 12 |
| 2.2.10.2. Reciclaje. | 12 |
| 2.2.10.3. Recuperación..... | 12 |
| 2.2.11. Tratamiento de los residuos y desechos sólidos | 12 |
| 2.2.11.1 Incineración | 13 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.11.2. Compostificación | 13 |
| 2.2.11.3 Lombricompost | 13 |
| 2.2.12. Disposición final | 14 |
| 2.2.12.1. Relleno sanitario | 14 |
| 2.2.12.2. Estaciones de transferencia | 14 |
| 2.2.12.3. Centro de acopio de desechos reciclables..... | 15 |
| III. Objetivos | 16 |
| 3.1. Objetivo General..... | 16 |
| 3.2. Objetivos Específicos..... | 16 |
| IV. Materiales y Métodos | 17 |
| 4.1. Materiales | 17 |
| 4.2. Metodología | 19 |
| 4.2.1. Fase de gabinete inicial | 19 |
| 4.2.2. Fase de campo | 22 |
| V. Resultados y Discusión..... | 28 |
| 5.1. Caracterización de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán, Totonicapán..... | 28 |
| 5.2. Determinación del contenido orgánico e inorgánico de los residuos y desechos sólidos producidos por los habitantes del casco urbano. | 29 |
| 5.3. Cuantificar el peso y volumen de los residuos y desechos sólidos..... | 30 |
| 5.4. Propuesta de un plan de manejo integrado de residuos y desechos sólidos para el casco urbano del municipio de Totonicapán..... | 32 |
| VI. Conclusiones..... | 39 |
| VII. Recomendaciones | 40 |
| XI. Referencias Bibliográficas..... | 41 |
| XII. Anexos | 45 |

Índice de Tablas

| Tabla | Pág |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Indicadores geográficos, demográficos y socioeconómicos del municipio de Totonicapán..... | 2 |
| 2. Materiales y costos para la caracterización..... | 17 |
| 3. Recurso humano en la fase de campo para la caracterización..... | 18 |
| 4. Recursos financieros para la realización del estudio..... | 18 |
| 5. Resumen de la muestra de las viviendas a estudiar..... | 20 |
| 6. Actores que contribuyeron en la realización de la caracterización de residuos y desechos sólidos..... | 21 |
| 7. Resumen de las fechas de recolección de residuos y desechos sólidos, en el periodo mayo-junio 2,019..... | 22 |
| 8. Proyección de la generación de desechos a nivel del casco urbano..... | 28 |
| 9. Cuantificación del peso y volumen de los desechos reutilizables..... | 30 |
| 10. Cuantificación del peso y volumen de los desechos no reutilizables..... | 31 |
| 11. Análisis de FODA de la situación actual del manejo de desechos..... | 33 |
| 12. Indicadores estadísticos muestrales..... | 45 |
| 13. Boleta de entrevista para la caracterización de desechos..... | 46 |
| 14. Formato para el pesaje de los residuos y desechos sólidos..... | 46 |
| 15. Formato para el pesaje de cada tipo de material..... | 46 |
| 16. Registro de las viviendas estudiadas en la caracterización de desechos..... | 47 |
| 17. Resumen de la generación de desechos de las viviendas estudiadas..... | 50 |
| 18. Resumen de la Producción per cápita..... | 50 |
| 19. Pesaje de los residuos y desechos sólidos en zona 1..... | 51 |
| 20. Promedio del pesaje de los residuos y desechos en zona 1..... | 51 |
| 21. Pesaje de los residuos y desechos sólidos en zona 2..... | 52 |
| 22. Promedio del pesaje de los residuos y desechos en zona 2..... | 52 |
| 23. Pesaje de los residuos y desechos sólidos en zona 3..... | 53 |
| 24. Promedio del pesaje de los residuos y desechos en zona 3..... | 53 |
| 25. Pesaje de los residuos y desechos sólidos en zona 4..... | 54 |
| 26. Promedio del pesaje de los residuos y desechos de zona 4..... | 54 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 27. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 1 | 55 |
| 28. Promedio del volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 1..... | 55 |
| 29. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 2..... | 56 |
| 30. Promedio del volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 2..... | 56 |
| 31. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 3..... | 57 |
| 32. Promedio del volumen y densidad de los residuos y desecho sólidos en zona 3..... | 57 |
| 33. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 4 | 58 |
| 34. Promedio del volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 4..... | 58 |

Índice de Figuras

| Figura | Pág |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Mapa de ubicación del municipio de Totonicapán, Totonicapán | 3 |
| 2. Porcentaje por tipo de material generado en el casco urbano del municipio de Totonicapán | 29 |
| 3. Árbol de problemas de la situación actual del manejo de los desechos a nivel casco urbano | 36 |
| 4. Árbol de objetivos para un manejo adecuado de los desechos..... | 37 |
| 5. Calcomanía de control de las muestras para la caracterización de desechos | 46 |
| 6. Mapa de ubicación de la muestra en zona 1 del casco urbano del municipio de Totonicapán | 48 |
| 7. Mapa de ubicación de la muestra en zona 2 el casco urbano del municipio de Totonicapán | 48 |
| 8. Mapa de ubicación de la muestra en zona 3 el casco urbano del municipio de Totonicapán..... | 49 |
| 9. Mapa de ubicación de la muestra en zona 4 el casco urbano del municipio de Totonicapán..... | 49 |
| 10. Entrega de costales para el almacenamiento de los desechos..... | 59 |
| 11. Capacitación sobre la clasificación de los materiales dirigido a colaboradores en la fase de campo | 59 |
| 12. Equipo de trabajo en la fase de campo de la caracterización de desechos..... | 60 |
| 13. Clasificación de desechos sólidos..... | 60 |
| 14. Participación en audiencias con autoridades comunales del casco urbano del municipio de Totonicapán | 61 |

RESUMEN

Totonicapán es uno de los 340 municipios de la República de Guatemala, y tiene una extensión de 328 kilómetros cuadrados. Cuenta con 72 centros poblados, según el Diccionario Municipal de Guatemala, 2001.

En este territorio se llevó a cabo la investigación inferencial titulada “Caracterización de los residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán”, que puede servir de referencia para un proceso adecuado para la gestión municipal de desechos.

Como resultado de las 148 viviendas estudiadas se obtuvo una generación de 2,115.59 kilogramos a la semana de residuos y desechos sólidos, con este dato se proyectó la producción de las 4,288 viviendas que existen en el casco urbano dando un total de generación de 10,790.18 kilogramos al día de residuos y desechos, de los cuales el 41% es materia orgánica, 23% materiales reciclables, donde predomina el papel y el cartón, y con 36% materiales no recuperables.

Dentro de la caracterización se calculó la producción de residuos y desechos sólidos que genera cada persona al día, dando como resultado 0.5036 kilogramos. Así también se obtuvo el cálculo de la densidad que permite estimar el espacio que ocupa cada tipo de material al día, que es un total de 104.61m³ de residuos y desechos sólidos.

Ante esta situación se sugiere un plan de manejo integral de residuos y desechos sólidos, el cual se fundamenta de sugerencias que se generaron a través de herramientas didácticas donde participaron las cuatro alcaldías del casco urbano y de la junta directiva de bienes y recursos naturales de los 48 cantones. El plan establece tres líneas de acción las cuales son: Una campaña de sensibilización, manejo adecuado de los desechos sólidos y por último optimización del sistema de recolección

El plan permitirá una administración y disposición final adecuada a los desechos domiciliarios, con la finalidad de mejorar las condiciones ambientales y cumplir con lo establecido en el artículo 68 del código municipal.

ABSTRACT

Totonicapán is one of the 340 municipal districts the Guatemala Republic, and has an area of 328 square kilometers. It has 72 populated centers, according to the Municipal Dictionary of Guatemala, 2001.

In this territory, the inferential investigation entitled “Characterization of solid waste and waste generated in the homes of the urban area of the municipality of Totonicapán” was carried out, which can serve as a reference for an appropriate process for municipal waste management.

As a result of the 148 homes studied, a generation of 2,115.59 kilograms per week of solid waste and waste was obtained, with this data the production of the 4,288 homes that exist in the urban area was projected giving a total generation of 10,790.18 kilograms per day of waste and scrap, of which 41% is organic matter, 23% recyclable materials; where paper and cardboard predominate, and with 36% non-recoverable materials.

Within the characterization, the production of residues and solid waste generated by each person per day was calculated, resulting in 0.5036 kilograms. Thus, the calculation of the density was obtained, which allows estimating the space occupied by each type of material per day, which is a total of 104.61m³ of solid waste and residues.

Given this situation, a solid waste and residues management plan is suggested, which is based on suggestions that were generated through didactic tools where the four mayors of the urban area and the board of directors of goods and natural resources of the 48 Cantones participated. The plan establishes three lines of action which are: An awareness campaign, solid waste management and finally optimization of the collection system.

The plan will allow adequate administration and final disposal of household waste, in order to improve environmental conditions and comply with the provisions of article 68 of the municipal code.

I. Introducción

La presente investigación inferencial fue desarrollada en el casco urbano del municipio de Totonicapán, ubicado en el altiplano central de la República de Guatemala.

La generación diaria de residuos y desechos sólidos al día, resulta ser una problemática a nivel municipal ya que no se cuenta con un sistema de manejo adecuado de los mismos, esta situación provoca malestares en la población, derivado a la dispersión de desechos en las calles, olores fétidos, proliferación de perros callejeros, creciente de vectores de enfermedades, entre otros.

La investigación tiene como objetivo presentar la caracterización de los residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán. Para lo cual se determinó el contenido orgánico e inorgánico de los desechos; se cuantificó el peso y volumen de los mismos y se estimó la producción per cápita de la generación por habitante. Esto se desarrolló en el transcurso de cuatro meses iniciando en el mes de mayo y finalizando en el mes de agosto del año 2,019.

Los resultados que se obtuvieron referente a la producción de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano fue de 10,797.18 kg/día, con una producción per cápita por habitante al día de 0.503 kg que equivale a 1.16 libras.

Estos datos son relevantes ya que se actualiza la información a nivel municipal, y permite promover y aplicar medidas de mitigación, para mejorar la calidad del manejo de los desechos sólidos domiciliarios.

II. Revisión de Literatura

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Aspectos generales del municipio de Totonicapán

Totonicapán se encuentra al Este del departamento de Totonicapán, en el Altiplano Occidente de Guatemala. En la tabla uno, se describen indicadores geográficos, demográficos y servicios básicos de este municipio. INE (2,013)

Tabla 1: Indicadores geográficos, demográficos y socioeconómicos del municipio de Totonicapán

| Indicadores | Aspectos | Datos |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Geográficos | Coordenadas GTM | 407444 1649007 |
| | Altitud msnm | 2513 |
| Demográficos | Cantidad de habitantes del municipio | 154,969 |
| | Cantidad de habitantes del casco urbano | 28,440 |
| | Total de viviendas en el casco urbano | 5,688 |
| | Tasa de crecimiento anual (según INE 2014) | 1.70% |
| | Cantidad de centros poblados en el municipio | 40 |
| | Cantones | 27 |
| | Aldeas | 6 |
| | Casco urbano (cuatro zonas) | 1 |
| | Cantidad de centros poblados sin acceso a agua | 2 |
| Servicios Básicos | Cantidad de centros poblados sin acceso a drenajes | 26 |
| | Cantidad de viviendas del municipio con acceso a agua entubada | 22,729 |
| | Cantidad de viviendas del municipio con acceso a drenajes | 5,166 |
| | Cantidad de viviendas del casco urbano sin acceso a agua entubada | 853 |
| | Cantidad de viviendas del municipio sin acceso a drenajes | 1,267 |
| | Número de sistemas de cloración en funcionamiento en el municipio | 5 |

Fuente: INE 2,013

2.1.2. Ubicación geográfica

El municipio de Totonicapán se encuentra situado en el altiplano occidental del país. Cuenta con una extensión territorial de 328 kilómetros cuadrados y con una altitud de 2,495.30 metros sobre el nivel del mar. Esta cabecera se encuentra a una distancia de 203 kilómetros aproximadamente de la ciudad capital (MINECO 2,017).

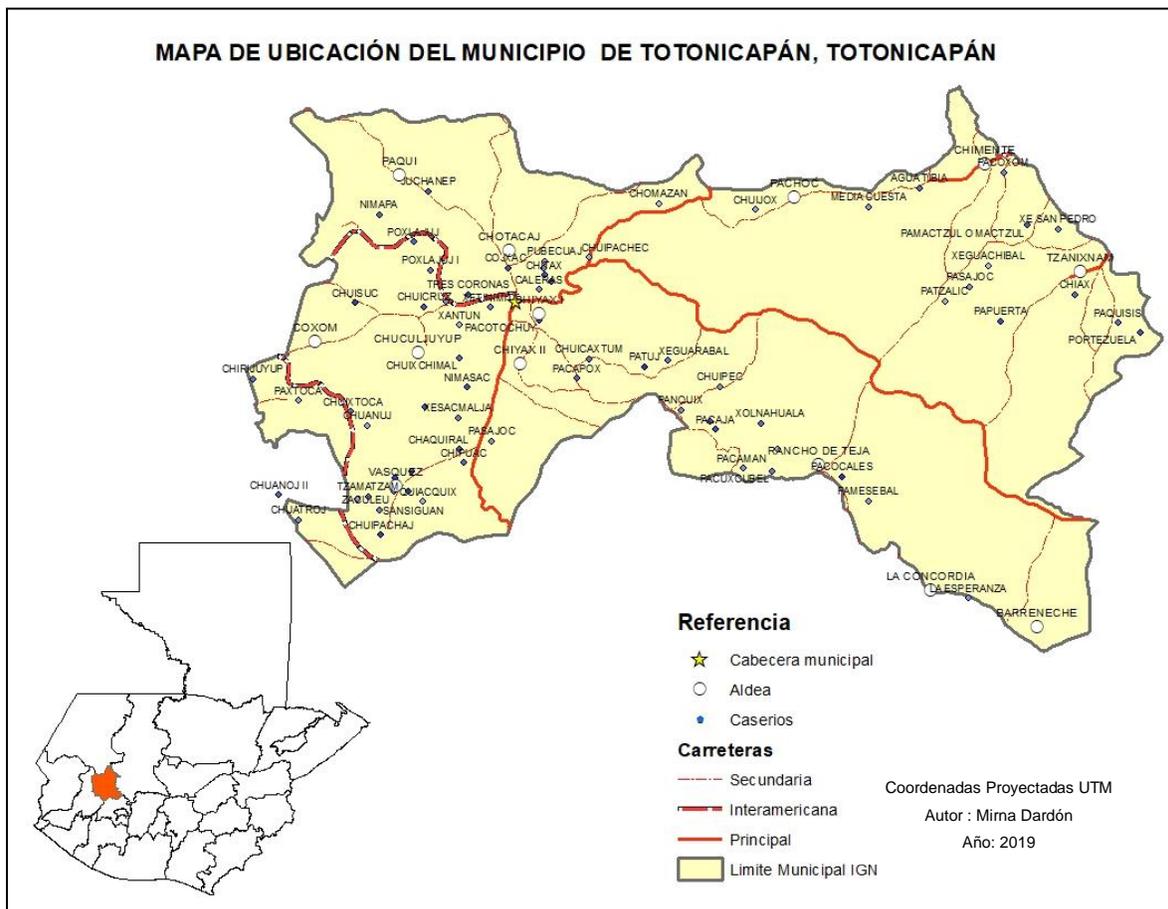


Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Totonicapán, Totonicapán

2.1.3. Características del municipio

El clima del municipio de Totonicapán se caracteriza por sus bajas temperaturas que son más intensas en los últimos y primeros meses del año, según el Programa de Emergencias por Desastres Naturales –PEDN- en el municipio se promedia una temperatura mínima de 12°C y extremas en los meses de noviembre a febrero de hasta –7°C. (MINECO 2,017).

Por la característica físico-biológica en la región del municipio de Totonicapán, según (INAB 2007) se cuenta con dos zonas de vida que son:

El Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB): con un área de 548 km² y El Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmh-M): con un área de 1 km² (INAB 2,007).

Los suelos del grupo Totonicapán son suelos bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica, ligeramente ácidos con un potencial de fertilidad regular (MAGA 2,004).

El municipio de Totonicapán es reconocido por sus atractivos naturales como los baños de aguas termales y el "Sendero Ecológico El APRISCO", lugares que son belleza natural y resaltan la importancia del cuidado y conservación del medio ambiente (Haefkens, J. 1969).

2.1.4. Manejo actual de los desechos en el municipio de Totonicapán.

El municipio de Totonicapán cuenta con un “Reglamento de gestión integral de residuos y desechos sólidos de la cabecera municipal”, que está orientado a la administración y operación del servicio de recolección de desechos, así también de las tasas municipales y por ultimo de las prohibiciones y sanciones hacia los usuarios del servicio y población en general. El reglamento fue aprobado por los miembros del consejo municipal en el año 2,018 y entrara en vigencia en el año 2,020.

El municipio también cuenta con una política que prohíbe el uso de bolsas plásticas, pañales desechables y duroport, elaborada por la organización comunitaria 48 cantones.

2.1.4.1. Sistema de recolección de desechos

Según Victor Manuel Pu Cua, coordinador del tren de aseo municipal. La municipalidad de Totonicapán, presta el servicio de recolección de desechos domiciliarios en el área urbana, que consta de un tren de aseo que solo cubre el casco urbano y tiene un alcance de 1,000 casas. Los días lunes cubre 210 casas en la zona 1, los días martes cubre 210 en la zona 2, los días miércoles cubre 160 en la zona 3, los días jueves cubre 210 en la zona 4, los días viernes cubren 210 en las colonias del casco urbano y los días sábado y domingo solo le presta el servicio a un comercio de productos de consumo diario.

Dentro del sistema de recolección se encuentran un equipo de barrenderos conformado por ocho integrantes que se encargan de la limpieza de las calles principales del casco urbano.

2.1.4.2. Disposición final de los desechos

Actualmente en el casco urbano del municipio de Totonicapán existen ocho botaderos clandestinos y un vertedero municipal al que se le dio apertura en el año 1,996 y que aún no está autorizado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN 2,019).

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Residuos Sólidos

Se componen principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. Todos estos residuos sólidos, en su mayoría son susceptibles de reaprovecharse o transformarse con un correcto reciclado (García, J. 1,997).

2.2.2. Desechos Sólidos

Es frecuente la confusión entre residuos sólidos y desechos sólidos, por lo que cuando se refiere a desechos sólidos se trata del material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado, recuperado o reciclado. Básicamente la diferencia entre ambos conceptos radica en que todo material o resto que pueda ser nuevamente utilizado a través de un adecuado proceso de reciclaje se denomina residuo, éste se transforma en materia prima generando un beneficio económico y una protección al ambiente, mejorando la calidad de vida (García, J. 1,997).

2.2.3. Clasificación de los residuos y desechos sólidos

Pueden ser clasificados según:

- Su fuente de origen (domiciliario, industrial, hospitalario, de construcción)
- Su biodegradabilidad (orgánicos e inorgánicos)
- Su composición (para efectos de manejo: papeles y cartones, vidrios)

2.2.4. Los residuos según su origen

Los residuos según su origen se dividen en domiciliarios, municipales, industriales, hospitalarios y de construcción los cuales se describen a continuación:

2.2.4.1. Residuos domiciliarios

Residuos resultantes de las actividades diarias de un hogar, que comúnmente se denomina “basura”. Estos incluyen diversos materiales como: papeles y cartones, vidrios, plásticos, restos de alimentos, telas; como también otros de mayor peligrosidad: envases con restos de diluyentes, pinturas, pesticidas e insecticidas de uso casero (Dimate, B. 2,010).

En esta categoría se incluyen también los residuos generados en las oficinas y establecimientos educacionales, así como los residuos de los locales comerciales y restaurantes. También existen productos de uso cotidiano en el hogar que

contienen componentes peligrosos, como las pinturas, limpiadores, barnices, baterías para automóviles, aceites de motor y pesticidas. Según la definición de la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos, los sobrantes de tales productos o el contenido ya usado de estos es lo que se conoce como “desechos domésticos peligrosos” (Dimate, B. 2,010).

2.2.4.2. Residuos municipales

Están compuestos, principalmente, de los materiales resultantes de la limpieza de calles, el retiro de basuras provenientes de las ferias libres y de los residuos resultantes de las podas con fines de mantención de parques y jardines. Esta categorización no incluye los residuos recolectados desde las viviendas (Medina, Caraballo y Jiménez. 2,007).

2.2.4.3. Residuos sólidos industriales

Está compuesto por cualquier material que sea descartado de un proceso industrial o semi-industrial. No incluye los residuos que resultan de las actividades administrativas o de la preparación de alimentos de un casino de una planta industrial (Medina, Caraballo y Jiménez. 2,007).

2.2.4.4. Residuos hospitalarios

Tipo de residuos de carácter muy especial dada la naturaleza de las actividades que se desarrollan en los establecimientos hospitalarios. Entre otros, se cuentan los residuos de tipo infeccioso, material médico quirúrgico, elementos corto punzantes, restos de tejidos humanos, restos de fármacos. Considerando las características especiales de estos residuos, ellos reciben un tratamiento específico (Tello, E. 2,010).

2.2.4.5. Residuos de construcción

Son los residuos resultantes de las actividades de construcción que por lo general no representan un problema desde el punto de vista sanitario, ya que son

prácticamente inertes. Sin embargo, estos se generan en grandes volúmenes, dificultando su manejo y disposición final (Dimate, B. 2,010).

2.2.5. Los residuos según su biodegradabilidad

Los residuos según su biodegradabilidad se clasifican en orgánicos e inorgánicos.

2.2.5.1. Residuos orgánicos

Están compuestos por materias derivadas de vegetales, animales y comestibles, los cuales se descomponen con facilidad y vuelven a la tierra, es decir, tienen la capacidad de fermentar y ocasionan procesos de descomposición. Aunque la naturaleza los puede aprovechar como parte del ciclo natural de la vida, cuando se acumulan posibilitan la multiplicación de microbios y plagas, convirtiéndose en potenciales fuentes de contaminación de aire, agua y suelo (García, J. 1,997).

2.2.5.2. Residuos inorgánicos

Se componen de desechos como latas, botellas, metales, plásticos y otros productos de uso cotidiano de origen industrial, los cuales tardan mucho tiempo en desintegrarse, estos desechos no siempre resultan inservibles, pues existen diferentes formas de aprovecharlos o reutilizarlos (Dimate, B. 2,010).

2.2.6. Los residuos según su composición

La composición de los residuos se divide en siete grupos de materiales los cuales son el papel, vidrio, metal, aceites, plástico, botellas plásticas, baterías.

2.2.6.1. Papeles y cartones

Incluye periódicos, revistas, hojas, facturas, formularios, carpetas, folletos, guías telefónicas, envases de cartón. Por lo general, no son reciclables los siguientes tipos de papeles: Papel de fax y carbónico, papeles plastificados, celofán, envases de comida, servilletas y papel de cocina, vasos usados, papel de fotos y etiquetas (García, J. 1,997).

2.2.6.2. Vidrios

Cuentan entre sus materias primas con sílice, alcaloides y estabilizantes como la cal. Suelen ser reciclables eternamente. La mayor parte de los vidrios se desecha de los hogares en forma de botellas de bebidas y envases de alimentos, y cristales de ventanas. Por lo general, no son reciclables: focos, tubos de luz, lámparas, espejos, lentes, tazas, macetas y otros objetos de cerámica (Medina, Caraballo y Jiménez 2,007).

2.2.6.3. Chatarra y metal

En los hogares se encuentran en las tuberías, el cobre en los cables eléctricos, el estaño en las soldaduras y el aluminio en las ventanas y en los utensilios que se emplean en la cocina. Latas de aluminio y de acero: normalmente pueden ser recicladas para elaborar nuevas latas, sin perder la calidad del material. Latas con sustancias tóxicas, por ejemplo pintura (García, J. 1,997).

2.2.6.4. Pinturas y aceites

Cuentan con sustancias químicas como aglutinantes y pigmentos diferentes. La mayoría de los residuos provienen de negocios automotrices. Debido a que son muy inflamables no deben desecharse junto con la demás basura (Espinosa, T. 2,010).

2.2.6.5. Plástico

Los plásticos son derivados del petróleo como los envases de productos de limpieza, bolsas de plástico, juguetes, entre otras cosas (Dimate, B. 2,010).

2.2.6.6. Botellas de tereftalato de polietileno (PET).

Por lo general, son plásticos de envases de comida y bebida, los de vasos y cubiertos desechables o macetas, sillas, mesas, los cuales no son reciclables ni biodegradables (Espinosa, T. 2,010).

2.2.6.7. Botellas de polietileno de alta densidad (HDPE).

Este tipo de plástico lo encontramos principalmente en las botellas de detergentes, blanqueadores, envases de leche. Textiles: algodón y lino suelen ser residuos reutilizables. No son reciclables las telas impregnadas con contaminantes como pintura, combustible, etc (Espinosa, T. 2,010).

2.2.6.8. Baterías y pilas.

Cuentan con materiales como cobre, aluminio y litio. Se encuentran en una gran cantidad de aparatos eléctricos, móviles y otros. E-waste: es considerado la basura del siglo XXI, y abarca los componentes electrónicos equipos de computadores, celulares, fax, impresoras y otros equipos automatizados (Carreaga, J. 1,993).

2.2.7. Caracterización de residuos y desechos sólidos

Es la actividad que consiste en determinar la composición de un residuo en diferentes fracciones. Mediante éstas, podremos conocer con detalle qué se está depositando en los contenedores de recogida selectiva y en función de ello, tomar las medidas correctoras que en cada caso sean más adecuadas (García, J. 1,997)

2.2.8. Gestión de residuos y desechos solidos

Se entiende por gestión integral de residuos a los aspectos relacionados con la generación, separación y tratamiento en la fuente de origen de los residuos, así como su recolección, transferencia y transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos (Tchobanoglous, G. 1,994).

Se considera como residuo peligroso aquel residuo industrial o comercial que, por sus características tóxicas o peligrosas a causa de una gran concentración de riesgo, requieren un tratamiento específico y un control periódico de los efectos nocivos potenciales.

La gestión integral es definida como la disciplina asociada al control del manejo integral de los residuos y desechos (reducción en la fuente, reusó, reciclaje, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final) de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, que responde a las expectativas públicas (CONADES, 2013).

2.2.10. Manejo integral de residuos

El manejo integral combina flujos de residuos, métodos de recolección, sistemas de separación, valorización y aprovechamiento del cual derivan beneficios ambientales y económicos que resultan en la aceptación social con una metodología versátil y práctica que puede aplicarse a cualquier región. Esto puede lograrse combinando opciones de manejo que incluyen tratamientos que involucran el reuso, reciclaje, compostaje, biogasificación, tratamiento mecánico-biológico, pirolisis, incineración con recuperación de energía, así como la disposición final en rellenos sanitarios (Tchobanoglous, G. 1,994).

Actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (Barradas, A. 2,009).

Dentro del manejo integral de los residuos se incluyen tres procesos fundamentales que son la recolección, el reciclaje y la recuperación, los cuales se describen a continuación:

2.2.10.1. Recolección.

Acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos en el equipo destinado o conducirlos a las estaciones de transferencia, instalaciones de tratamiento o sitios de disposición final (Hernández F. 2,007)

2.2.10.2. Reciclaje.

Proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, escogen, clasifican, empaican, almacenan y comercializan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo (Barradas, A. 2,009).

2.2.10.3. Recuperación.

Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaque, recogida o cualquier otra forma de retirar de los residuos sólidos alguno de sus componentes para su reciclaje o reutilización (Hernández F. 2,007)

2.2.11. Tratamiento de los residuos y desechos sólidos

Entre las alternativas consideradas se debe optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas y socioeconómicas locales, sin dejar de analizar los aspectos de contaminación (Barradas, A. 2,009).

Los principales métodos de tratamiento de basuras son: incineración, compostaje, recuperación; tienen como propósito reducir el volumen de los desechos (Barradas, A. 2,009).

2.2.11.1. Incineración

Con este método se logra una reducción de volumen, dejando un material inerte, alrededor del 10 por ciento del inicial, y emitiendo gases durante la combustión. La reducción es obtenida en hornos especiales en los que se puede garantizar aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención y temperaturas adecuadas.

La técnica de la incineración no es recomendable para los países en vías de desarrollo, y menos aún para las pequeñas poblaciones, con excepción de su utilización al tratar residuos hospitalarios (OPS 1,995)

2.2.11.2. Compostificación

Es el sistema en el cual los componentes orgánicos de los desechos son degradables biológicamente. El producto es parecido al humus y es un excelente acondicionador de suelo, pero un fertilizante pobre. Inicialmente, las bacterias psicrófilas y mesofílicas (10 – 40 °C) descomponen aún más los desechos. Esto genera más calor hasta que la temperatura y los nutrientes limitan el crecimiento de las bacterias termófilas. Luego la temperatura empieza a descender y las bacterias mesofílicas vuelven a atacar, hasta completar la descomposición. La destrucción de los organismos patógenos se logra manteniendo la temperatura entre 60° y 70° durante 24 horas (Barradas, A. 2,009).

2.2.11.3. Lombricompost

Es un sistema de descomposición por medio de lombrices, ya que debido a su composición natural contribuyen a liberar los elementos esenciales y ponerlos a disposición de nuevo para las plantas (OPS 1,995).

2.2.12. Disposición final

Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos (OPS 1,995).

Los principales métodos de adquisición final de desechos sólidos son:

2.2.12.1. Relleno sanitario

“Técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia, ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación, ni después de terminado del mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola diariamente con capas de material impermeable (preferiblemente) que puede ser tierra (material de cobertura) y compactándola para reducir su volumen (OPS 1,995)

2.2.12.2. Estaciones de transferencia

Las estaciones de transferencia son centros de recepción de residuos urbanos ubicados en el entorno de las poblaciones, cuya finalidad es permitir la descarga de los camiones de recogida de residuos urbanos, evitando su desplazamiento hasta el centro de tratamiento. En ellas los residuos se acondicionan para su traslado posterior mediante contenedores y vehículos específicos de transporte. Con ellas se consigue reducir los tiempos de ejecución de los servicios de recogida de las poblaciones alejadas del centro de tratamiento y se optimizan los costes de transporte, ya que se utilizan equipos más adecuados y aquellos residuos que lo permiten son compactados para aumentar las cantidades transportadas en cada viaje (OPS 1,995).

2.2.12.3. Centro de acopio de desechos reciclables

Es la instalación de recepción de residuos sólidos valorizables tipo cartón, papel, vidrio, metal, plásticos y otros residuos susceptibles de comercializar, así como residuos de manejo especial tipo neumáticos usados, electrodomésticos, pilas, etc (OPS 1,995)

Los centros de acopio son espacios para involucrar a las comunidades en el manejo adecuado de los residuos generados en las actividades cotidianas, mostrar una cultura cívica y responsabilidad compartida al conservar el ambiente libre de residuos, separando, llevando los residuos valorizables o aquellos que por alguna razón no fueron entregados al camión recolector de residuos.

Esto permite una disminución general en los costos de recolección de residuos de manejo especial y un espacio para la ciudadanía deposite de residuos valorizables y de manejo especial, en lugar de tirarlos en vías públicas (OPS 1,995)

III. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Caracterizar los residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el contenido orgánico e inorgánico de los residuos y desechos sólidos producidos por los habitantes del casco urbano.
- Cuantificar el peso y volumen de los residuos y desechos sólidos que producen las personas que viven en el casco urbano del municipio.
- Estimar la producción per cápita de los residuos y desechos sólidos que generan los habitantes del casco urbano del municipio.
- Realizar una propuesta para un plan de manejo integrado de residuos y desechos sólidos para el casco urbano del municipio de Totonicapán.

IV. Materiales y Métodos

4.1. Materiales

En la tabla No. 2 y 3 se describen los materiales utilizados y los costos del desarrollo de la investigación.

Tabla 2. Materiales y costos para la caracterización

| No | Materiales | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total | Colaboradores |
|--------------|------------------------------------------------|--------------|------------------|--------------------|----------------------------|
| 1 | Libreta de Campo | 1 | Q. 5.00 | Q. 5.00 | Estudiante Espesista |
| 2 | Lápiz | 10 | Q. 2.00 | Q. 20.00 | Estudiante Espesista |
| 3 | Botas de hule | 1 par | Q. 75.00 | Q. 75.00 | Estudiante Espesista |
| 4 | Guantes de hule | 40 pares | Q. 10.00 | Q. 400.00 | Municipalidad de Tonicapán |
| 5 | Mascarilla | 40 | Q. 1.00 | Q. 40.00 | Municipalidad de Tonicapán |
| 6 | Cinta métrica | 1 | Q. 175.00 | Q. 175.00 | Estudiante Espesista |
| 7 | Transporte | 14 viajes | Q. 25.00 | Q. 350.00 | Municipalidad de Tonicapán |
| 8 | Cámara fotográfica | 1 | Q. 150.00 | Q. 150.00 | Estudiante Espesista |
| 9 | Costales | 1000 | Q. 5.00 | Q. 5,000.00 | Municipalidad de Tonicapán |
| 10 | Báscula | 5 | Q. 35.00 | Q. 175.00 | Estudiante Espesista |
| 11 | Tonel sin abolladuras, capacidad de 200 litros | 2 | Q. 150.00 | Q. 300.00 | Estudiante Espesista |
| 12 | Calculadora | 1 | Q. 50.00 | Q. 50.00 | Estudiante Espesista |
| 13 | Computadora | 1 | N/A | N/A | Estudiante Espesista |
| 14 | Calcomanías | 353 | Q. 1.00 | Q. 353.00 | Estudiante Espesista |
| 15 | Escobas | 2 | Q. 15.00 | Q. 30.00 | Estudiante Espesista |
| 16 | Palas | 2 | Q. 50.00 | Q. 100.00 | Estudiante Espesista |
| TOTAL | | | Q. 749.00 | Q. 7,223.00 | Estudiante Espesista |

En la tabla se detalla el costo en el recurso humano utilizado para el desarrollo de la investigación.

Tabla 3. Recurso humano para la caracterización de residuos y desechos sólidos

| No. | Recurso humano | Intervención | Días de Labor | Costo Unitario | Costo Total |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|--------------------|
| 1 | EPESISTA | Planificación, investigación, ejecución y evaluación del proyecto. | 60 | Q.500.00 | Q. 30,000.00 |
| 2 | 1 Piloto del tren de aseo | Conducir el tren de aseo, guiar las rutas de recolección y disposición final de residuos y desechos sólidos. | 16 | Q. 75.00 | Q.1,200.00 |
| 3 | 4 Encargados de la recolección de residuos y desechos sólidos domiciliarios. | Recolectar los residuos y desechos domiciliarios del casco urbano del municipio de Totonicapán | 16 | Q. 75.00 | Q.4,800.00 |
| 4 | 10 Reservistas | Apoyo en la fase de campo para la recolección de las muestras, clasificación y pesaje de las mismas. | 8 | Q. 75.00 | Q.24,000.00 |
| | 10 Trabajadores municipales | | 8 | Q.75.00 | |
| TOTAL | | | ----- | Q 360.00 | Q 60,000.00 |

En la tabla se presenta el resumen del gasto total que la investigación requirió.

Tabla 4. Resumen del gasto total en la investigación

| Recurso | Aporte |
|----------------|---------------------|
| Materiales | Q. 7,223.00 |
| Recurso Humano | Q. 60,000.00 |
| Total | Q. 67,223.00 |

4.2. Metodología

Procedimiento para realizar la caracterización de residuos y desechos sólidos.

4.2.1. Fase de gabinete inicial

4.2.1.1. Recolección de datos

Se solicitó a la Dirección Municipal de Planificación, el número total de viviendas registradas en el casco urbano del municipio de Totonicapán, con el objetivo de calcular las muestras a estudiar.

4.2.1.2. Cálculo de la muestra

De acuerdo a Barreiro, P. y Puerto, J (2001), para el cálculo de la muestra de las viviendas a estudiar se utilizó la siguiente fórmula. (Ver resultado de muestra en anexo uno)

Dónde:

N tamaño de la población (x)

Z nivel de confianza (95%)

P probabilidad de éxito (0.5)

Q probabilidad de fracaso (0.5)

E error máximo en términos de proporción (0.08)

$$n = \frac{\frac{N}{N-1} * PQ}{\frac{e^2}{z^2} + \frac{PQ}{N-1}}$$

Siendo los valores para el municipio

Resultado de la muestra

$$n = \frac{4,288 * (0.5)(0.5)}{\frac{(0.08)^2}{(1.96)^2} + \frac{(0.5)(0.5)}{4,287}} = 146 \text{ Viviendas}$$

Para la distribución de la muestra en cada zona, se multiplico la cantidad de viviendas de cada zona por el total de la muestra para luego dividir el resultado en el número de viviendas a nivel casco urbano.

Tabla 5. Resumen de la muestra de las viviendas a estudiar.

| Resumen | | | |
|----------------|------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|
| Zona | Viviendas | Viviendas a muestrear seccionado por zona | Porcentaje (%) |
| 1 | 1159 | 40 | 27 |
| 2 | 1081 | 37 | 25 |
| 3 | 918 | 32 | 22 |
| 4 | 1130 | 39 | 26 |
| TOTAL | 4,288 | 148 | 100 |

4.2.1.3. Selección de la muestra

1. Se solicitó en la Dirección Municipal de Planificación un croquis del casco urbano delimitado por las cuatro zonas para luego realizar un recorrido con el apoyo de un guía originario del municipio y contabilizar las viviendas que existen en cada calle por zona, (ver Mapas de las viviendas a muestrear en anexo uno)
2. Luego de contabilizar las viviendas en cada zona, se inició la selección del número de muestra, se utilizó la técnica de tómbola propuesta por (Martínez, B. 2012).
 - Se elaboraron papeletas enumeradas con respecto a las viviendas por zona. Luego se depositaron las papeletas en diferentes recipientes identificados por zona, se revuelve y se eligen al azar, las fichas seleccionadas conformaron la muestra a estudiar.
 - En el primer recipiente donde se introdujeron las papeletas de 1 a 1,159, Se inició eligiendo 40 papeletas que determinaron las viviendas a muestrear en la zona 1

seguidamente en el segundo recipiente donde se colocaron las papeletas de 1 a 1,081, se seleccionó aleatoriamente 37 papeletas que establecieron las viviendas a estudiar en la zona 2, posteriormente en el tercer recipiente se colocaron las papeletas de 1 a 918 donde se seleccionó 32 papeletas que determinaron las viviendas a muestrear en la zona 3, para finalizar en el cuarto recipiente se introdujo las papeletas de 1 a 1,130 donde se eligió al azar 39 papeletas las cuales determinaron las viviendas a estudiar en la zona cuatro

3. Se imprimieron 148 calcomanías con los códigos de las viviendas a muestrear, para llevar un orden de las muestras a estudiar (ver anexo tres).

4.2.1.4. Gestiones con diferentes entidades para la realización del estudio.

Se entregaron solicitudes de apoyo a los diferentes actores identificados para la realización del estudio.

Tabla 6. Actores que contribuyeron en la realización de la caracterización de residuos y desechos sólidos

| Actores | Función | Temporalidad |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Reserva militar del departamento de Totonicapán | Apoyo en la fase de campo | 27 al 31 de mayo 03 al 07 de junio |
| Personal del tren de aseo municipal | Apoyo en la fase de campo | 27 al 31 de mayo 03 al 07 de junio |
| Municipalidad Departamento de Finanzas Públicas | Donación de EPP | |
| Alcaldía comunitaria zona 3 | Facilitar del salón comunal, ubicado a 20 metros del | 27 de mayo al 03 de junio |

4.2.2. Fase de Campo

1. Se llevó a cabo una capacitación sobre la clasificación y pesaje de los residuos y desechos sólidos, dirigido a los colaboradores municipales que apoyaron en esta fase.
2. Utilizando el croquis de las viviendas a muestrear, se realizó un recorrido para la entrega de dos costales a los habitantes de las viviendas seleccionadas con el fin de almacenar los residuos y desechos sólidos de una semana (por costal) y se les indicó que el tren de aseo municipal pasaría recolectando el costal un día determinado.
3. Seguidamente se realizó una entrevista (ver anexo tres) para solicitar a los habitantes de la vivienda información sobre el número de personas y datos del domicilio.
4. Posteriormente se identificó la vivienda con una calcomanía enumerada por correlativo, la cual fue colocada en la puerta principal de cada vivienda.
5. Las muestras recolectadas se trasladaron al salón comunal de la zona tres del municipio, para la clasificación y el pesaje de los residuos y desechos sólidos.
6. La recolección, clasificación y pesaje se realizó durante dos semanas seccionadas de la siguiente forma:

Tabla 7. Resumen de las fechas de recolección de residuos y desechos sólidos, en el periodo mayo-junio 2,019

| Primera Semana | | | Segunda Semana | | |
|----------------|------|------------|----------------|------|-------------|
| Día | Zona | Fecha | Día | Zona | Fecha |
| Lunes | 1 | 27 de Mayo | Lunes | 1 | 03 de Junio |
| Martes | 2 | 28 de Mayo | Martes | 2 | 04 de Junio |
| Miércoles | 3 | 29 de Mayo | Miércoles | 3 | 05 de Junio |
| Jueves | 4 | 30 de Mayo | Jueves | 4 | 06 de Junio |

4.2.2.1. Determinación del contenido orgánico e inorgánico de los residuos y desechos sólidos producidos por los habitantes del casco urbano.

1. Medición del peso de las muestras

Para la medición de las muestras, se pesaron los desechos generados en cada vivienda muestreada utilizando una báscula.

2. Clasificación por tipo de material (Prueba de composición física)

Se identificaron los puntos dentro del salón donde se llevó a cabo la clasificación, con la finalidad de ubicar cada tipo de material al lugar correspondiente y así agilizar la etapa de clasificación.

Posteriormente del pesaje de los costales, se procedió a dispersar el contenido de estos todos para clasificar según el tipo de material.

- Orgánico
- Papel y cartón
- Plástico
- Vidrio
- Varios (caucho, cuero, tierra, etc.)
- Desechos sanitarios
- Peligrosos
- Especiales

4.2.2.2. Cuantificación del peso y volumen de los residuos y desechos sólidos que producen las viviendas del casco urbano del municipio, para plantear soluciones adecuadas para el manejo, tratamiento y disposición de los mismos.

1. Pesaje por tipo de residuos y desechos sólido

- Luego de obtener el peso de cada residuo, se estimó el porcentaje de los mismos. Este cálculo es diario, al finalizar los días de estudio, se procedió a promediar los datos obtenidos para tener una muestra representativa por tipo de residuo. Fórmula según (MARN 2,018)

$$\text{Porcentaje (\%)} \text{ por día} = \frac{\text{Peso de cada residuo clasificado}}{\text{Peso Total de la muestra}} * 100$$

2. Medición del volumen de los residuos y desechos sólidos

- En el momento que se realizó la clasificación de residuos y desechos se realizó el siguiente cálculo que permitió conocer el peso de los residuos que caben en un metro cúbico, el procedimiento se describe a continuación:
- Para calcular el volumen se utilizaron dos recipientes un tonel con un peso de ocho kilogramos, un radio de 0.30 metros y una cubeta con un peso de un kilogramo y un radio de 0.15 metros
- Se determinó el volumen del tonel utilizado, aplicando la siguiente fórmula: (Rius Díaz 1,997)

$$V (m^3) = \pi * r^2 * h$$

Dónde:

V= Volumen

$\pi = 3.14159$

r^2 = radio al cuadrado (m^2) del recipiente

h = altura (m) del recipiente

- Se introdujeron los desechos dentro del recipiente hasta el borde sin hacer presión dentro del mismo.
- Se procedió a pesar el recipiente con la báscula y se anotó el peso registrado en un formato específico (ver anexo cinco)

4.2.2.3. Estimación de la producción per cápita de los residuos y desechos sólidos que generan los habitantes del casco urbano del municipio.

1. Prueba de densidad de los residuos sólidos

- El dato del peso de los residuos dividido por el volumen del tonel dio como resultado la densidad de los desechos sólidos según su clasificación (orgánica, inorgánica y reciclable).
- Se utilizó la siguiente fórmula propuesta por el MARN 2018, para la obtención de la densidad de los residuos y desechos solidos.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de los residuos de un tonel (kg)}}{\text{Volumen del tonel (m}^3\text{)}}$$

2. Producción per cápita por día (PPC)

- Para el cálculo de la PPC se tomó muestras de la producción de residuos generados por persona en el lapso de un día.
- Para obtener el PPC se registró el peso de la muestra por vivienda, luego se procedió a sumar el peso de todas las muestras de los datos obtenidos en la primera y segunda semana de pesaje por costal.
- Al tener el resultado de la suma total de las muestras, este se dividió entre el número promedio de habitantes que residen en las viviendas. Este dato, a su vez, fue dividido el número de días que se recolectaron las muestras y el resultado nos indicó la PPC.

Fórmula de la PPC sugerida por el MARN 2018

$$\text{PPC} = \frac{\text{Peso Total de las muestras (kg)}}{\text{No. Total de personas de la muestra}} * 1/7 \text{ días}$$

- Se multiplico 1/7 como factor para representar cada día de la semana.

4.2.3. Propuesta para un plan de manejo integrado de residuos y desechos sólidos para el casco urbano del municipio de Totonicapán

Para la elaboración del plan de manejo de residuos y desechos sólidos se realizaron actividades previas para la recopilación de información que se describirán a continuación.

1. Se redactaron solicitudes dirigidas a las cuatro alcaldías comunitarias del casco urbano y a la junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones del municipio de Totonicapán, para participar en una reunión para la formación de un diagnóstico participativo utilizando herramientas didácticas, que consistían en un análisis de FODA que

determino las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del manejo actual de los desechos sólidos a nivel casco urbano, con el análisis del FODA se construyó un árbol de problemas y de objetivos con la finalidad de puntualizar el origen de los problemas y proponer soluciones que dieron paso a la creación del plan de manejo de desechos sólidos participativo.

2. Se asistió a un recorrido en el tren de aseo donde se observó el sistema de recolección hasta la disposición de los residuos y desechos. Así también se llevaron a cabo visitas directas a lugares estratégicos como: el mercado municipal, recolectores de basura, botadero municipal, riberas de ríos cercanos, sitios baldíos, y otros lugares donde se brinda una disposición final, con el objetivo de fortalecer el análisis FODA.
3. Para establecer las fuentes generadoras de contaminación ambiental, se realizó un árbol de problemas y objetivos, con la participación de las cuatro alcaldías comunales y junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones, para secuenciar la serie de causas que dan origen a la problemática, partiendo de ello se comenzó a vislumbrar posibles soluciones a cada problema.
4. Se puntualizó en la reunión con las cuatro alcaldías y la junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones, estrategias, programas y proyectos que contribuyan a alcanzar el logro del plan de intervención para reducir y minimizar la problemática del manejo inadecuado de los desechos.

V. Resultados y Discusión

5.1. Caracterización de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Tabla 8. Proyección de la generación de desechos a nivel casco urbano

| Zonas | Viviendas | Producción por zona al día aproximado kg | Tonelada al año |
|--------------------------|--------------|---------------------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 1159 | 2,918.36 | 1,065.20213 |
| Zona 2 | 1081 | 2,721.96 | 993.51467 |
| Zona 3 | 918 | 2,311.52 | 843.70626 |
| Zona 4 | 1130 | 2,845.34 | 1,038.5491 |
| TOTAL | 4,288 | 10,797.18 | 3,940.97216 |
| PPC POR HABITANTE | | | 0.503694097 |

El casco urbano del municipio de Totonicapán cuenta con un aproximado de 4,288 viviendas, posee una producción per cápita de desechos sólidos de 0.504 kg/hab/día, de estos producen en total 10,797.48 kilogramos al día que se proyectan en 3,940.97 toneladas al año.

La caracterización en el casco urbano demuestra que el promedio de producción de cada habitante en este municipio es menor al promedio que se estima para toda Guatemala (0.515 kg/hab/día de desechos sólidos domiciliarios) según el MARN en 2016, sin embargo aún es factible disminuir este índice con campañas de sensibilización y educación ambiental a los habitantes.

La cantidad de desechos sólidos producidos entre zonas es similar debido a la proporción de viviendas que existe, indicando que ninguna es menos o más responsable de la problemática de estos en el casco urbano.

Aunque la reducción del índice de producción de residuos y desechos sólidos es factible, se debe de priorizar un manejo integral para que la generación, producción, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos este planificada y controlada por las autoridades para elevar la calidad de vida de los habitantes.

5.2. Determinación del contenido orgánico e inorgánico de los residuos y desechos sólidos producidos por los habitantes del casco urbano.

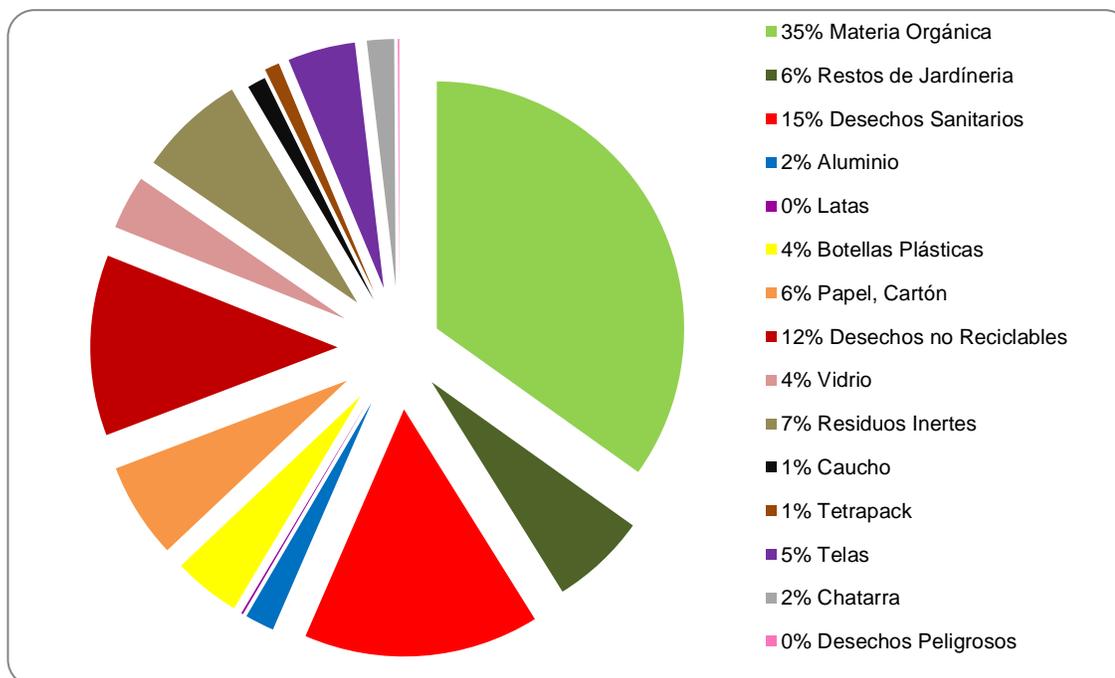


Figura 2. Porcentaje por tipo de material generado en el casco urbano del municipio de Tonicapán, Tonicapán

La figura presenta una categorización de todos los tipos de residuos y desechos sólidos domiciliarios producidos por el casco urbano del municipio de Tonicapán, la cual permite definir que el tipo más generado es la materia orgánica (restos de alimento, frutas, verduras entre otros) con un 35% del total.

Los tipos de residuos y desechos sólidos de menor generación son: latas y desechos peligrosos, aunque si se producen su valor no logra alcanzar el mínimo de 1%.

Estos resultados facilitan plantear medidas para el manejo adecuado de los residuos y desechos sólidos ya que demuestran que un 64% de la producción de estos en el casco urbano puede llevar un tratamiento o comercialización y un 36% debe de tener una disposición final o relleno sanitario.

5.3. Cuantificar el peso y volumen de los residuos y desechos sólidos

La relación entre la masa y el volumen de los desechos sólidos refleja los kilogramos de cada material que ocupa el espacio de un metro cúbico.

Tabla 9. Cuantificación del peso y volumen de los desechos reutilizables

| Tipo de Material | Porcentaje (%) | Kilogramos producidos por materia | Densidad Kg /m³ | m³ |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Materia Orgánica | 34.86 | 3763.881046 | 247.9224072 | 15.18168966 |
| Restos de Jardinería | 6.266 | 676.2226964 | 216.090448 | 3.129350245 |
| Aluminio | 1.91 | 206.6944846 | 68.89917378 | 2.999955926 |
| Latas | 0.12 | 13.26927556 | 33.0328811 | 0.401699008 |
| Botellas Plásticas | 4.39 | 474.6317796 | 40.97320866 | 11.58395437 |
| Papel cartón | 6.26 | 676.2226967 | 47.61171297 | 14.20286426 |
| Vidrio | 3.53 | 381.4916723 | 221.3500831 | 1.723476526 |
| Chatarra | 1.77 | 191.3837821 | 157.8897584 | 1.212135505 |
| Total | | | | 50.4351255 |

Esta relación ayuda a calcular el tamaño necesario para el tratamiento o disposición final de cada material, por ejemplo la materia orgánica producida necesita de 18.30 m³ en un patio de secado por día, si el tren de aseo recolectara todos los domicilios del casco urbano.

Para almacenar en un centro de acopio los materiales reciclables con valor comercial como lo son: aluminio, latas, botellas plásticas, papel, cartón, vidrio y chatarra se necesitarían de 32.1 m³ por día, si la producción de este material en todos los domicilios del casco urbano fuera recolectada.

Tabla 10. Cuantificación del peso y volumen desechos no reutilizables

| Tipo de Material | Porcentaje (%) | Kilogramos producidos por materia | Densidad Kg /m³ | m³ |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Desechos Sanitarios | 15.39752316 | 1662.48712 | 113.3994996 | 14.6604449 |
| Desechos no Reciclables | 11.82879561 | 1277.167772 | 39.03933615 | 32.7148947 |
| Residuos Inertes | 6.960200416 | 751.5003176 | 463.4977699 | 1.62136771 |
| Caucho | 1.205331821 | 130.1409718 | 138.6385332 | 0.93870707 |
| Tetrapack | 0.968992248 | 104.6231342 | 55.18075426 | 1.89600769 |
| Tela | 4.419550009 | 477.1835633 | 215.4777911 | 2.2145371 |
| Desechos Peligroso | 0.09382681 | 10.13058153 | 76.25122156 | 0.13285796 |
| Total | | | | 54.1788172 |

Los desechos no reciclables y no reutilizables deben de tener una disposición final adecuada para que no se dispongan en las calles del municipio y provoquen molestias o quejas en la población.

La medida más recomendable para esto es disponer de un relleno sanitario en el municipio el cual depositen los desechos para luego cubrir con capas de tierra, esto implica de habilitar un espacio estratégico dentro o fuera del municipio, además de que las dimensiones de este sean suficientes.

Según la densidad, los desechos necesitarían de 54.15 m³ diarios para la disposición final de los mismo, para lo cual existen alternativas que permiten almacenar o reducir los desechos como los son los rellenos sanitarios, los vertederos y las compactadoras que reducen el volumen hasta 10.83 m³ diarios.

5.4. Propuesta de un plan de manejo integrado de residuos y desechos sólidos para el casco urbano del municipio de Totonicapán

Se describe a continuación el proceso que se llevó cabo para la creación del plan de manejo de residuos y desechos sólidos del casco urbano del municipio de Totonicapán.

5.4.1. Reunión participativa

Se llevó a cabo una reunión en la que participaron las cuatro alcaldías comunales del casco urbano y la junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones, con el fin de obtener información, se realizaron actividades puntuales

-Diagnostico participativo

Para la conformación del diagnóstico participativo se utilizaron dos herramientas didácticas las cuales fueron una matriz de FODA y un árbol de problemas-objetivos, con el fin de establecer sugerencias y opiniones de la comunidad.

-Análisis del FODA

En la tabla No 11 se detalla la matriz de FODA realizada participativamente junto a las cuatro alcaldías comunales y la junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones, con la finalidad de obtener información sobre el manejo de los desechos y aportes para mejorar el manejo, recolección y disposición de los mismos.

Tabla 11. Matriz de FODA

| Factores Internos | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fortalezas | Debilidades |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Las viviendas del casco urbano generan el 35% de residuos orgánicos que pueden degradarse en el ambiente 2. Reglamento municipal del manejo integral de los desechos sólidos a nivel casco urbano. 3. Sistema de recolección de residuos y desechos sólidos a nivel casco urbano 4. 8 Barrenderos que limpian las calles todos los días | <ol style="list-style-type: none"> 1. Desinterés de la población por la clasificación de desechos generados 2. Rechazo de la población para el uso del sistema de Recolección 3. No existe un lugar apropiado para la disposición final a los desechos 4. Deficiencia en el sistema educativo referente al tema del manejo de los desechos |
| Factores Externos | |
| Oportunidades | Amenazas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Apertura al mercado del reciclaje y compostaje a nivel municipal 2. Existencia de un marco legal que designa a la municipalidad como responsable de la disposición de desechos 3. Presencia de apoyo institucional del MARN, MSPAS y ONGs para el manejo de desechos 4. Interés de empresas privadas para recolección de desechos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Proliferación de perros callejeros debido a la dispersión de desechos. 2. Contaminación a los recursos naturales 3. Riesgos a la salud humana por mal manejo de desechos |

| Estrategias | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>Estrategia Fortalezas/Oportunidades (+)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Promover el inicio al mercado del reciclaje y compostaje, fomentando la búsqueda de compradores 2. Fortalecer el reglamento de manejo de desechos, con apoyo interinstitucional. 3. Promover la ubicación y construcción de un Centro de acopio de residuos recuperables, ya sea municipal o mancomunal | <p><u>Estrategia Debilidades/Oportunidades(-+)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar programas de sensibilización referente al manejo de desechos 2. Formar un plan de recolección de desechos que dé cobertura a la mayoría de la población del área urbana 3. Ubicar en un lugar apropiado un centro de acopio municipal para la disposición final de desechos |
| <p><u>Estrategia Fortaleza /Amenaza (+-)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar un plan de cierre de los botaderos ilegales, promover prácticas de castración de perros callejeros 2. Incentivar a la población con talleres de clasificación de desechos y aprovechamiento de los residuos | <p><u>Estrategia Debilidad / Amenaza (--)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Brindar disposición final a los desechos en los lugares establecidos. 2. participación social para exponer los riesgos para la salud y ambientales, a 3. Brindar disposición final a los desechos en los lugares establecidos. |

5.4.1.1. Evaluación del FODA

Dentro de las estrategias más relevantes se propone un centro de acopio para materiales reciclables en el área urbana y programas de sensibilización, con el fin de contribuir a la reducción de los desechos y al aprovechamiento de los mismos.

Como parte de las estrategias se encuentra la optimización del sistema de recolección de los desechos, ya que este presenta deficiencias en función a las técnicas de recolección y a la baja cobertura que mantiene a nivel casco urbano.

Las oportunidades que se presentan se enfocan en la gestión municipal y aportes de instituciones que prestan servicios con el interés de mejorar el manejo actual de los desechos a nivel urbano.

5.4.2. Árbol de problemas referente al manejo actual de los residuos y desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Totonicapán

El siguiente diagrama Causa-Efecto, donde se proyectan los efectos ocasionados por el problema central en términos de objetivos a alcanzar para un manejo adecuado de los desechos, con referente a las causas son recurridas en la búsqueda de medidas y actividades encaminadas para mejorar la situación actual.

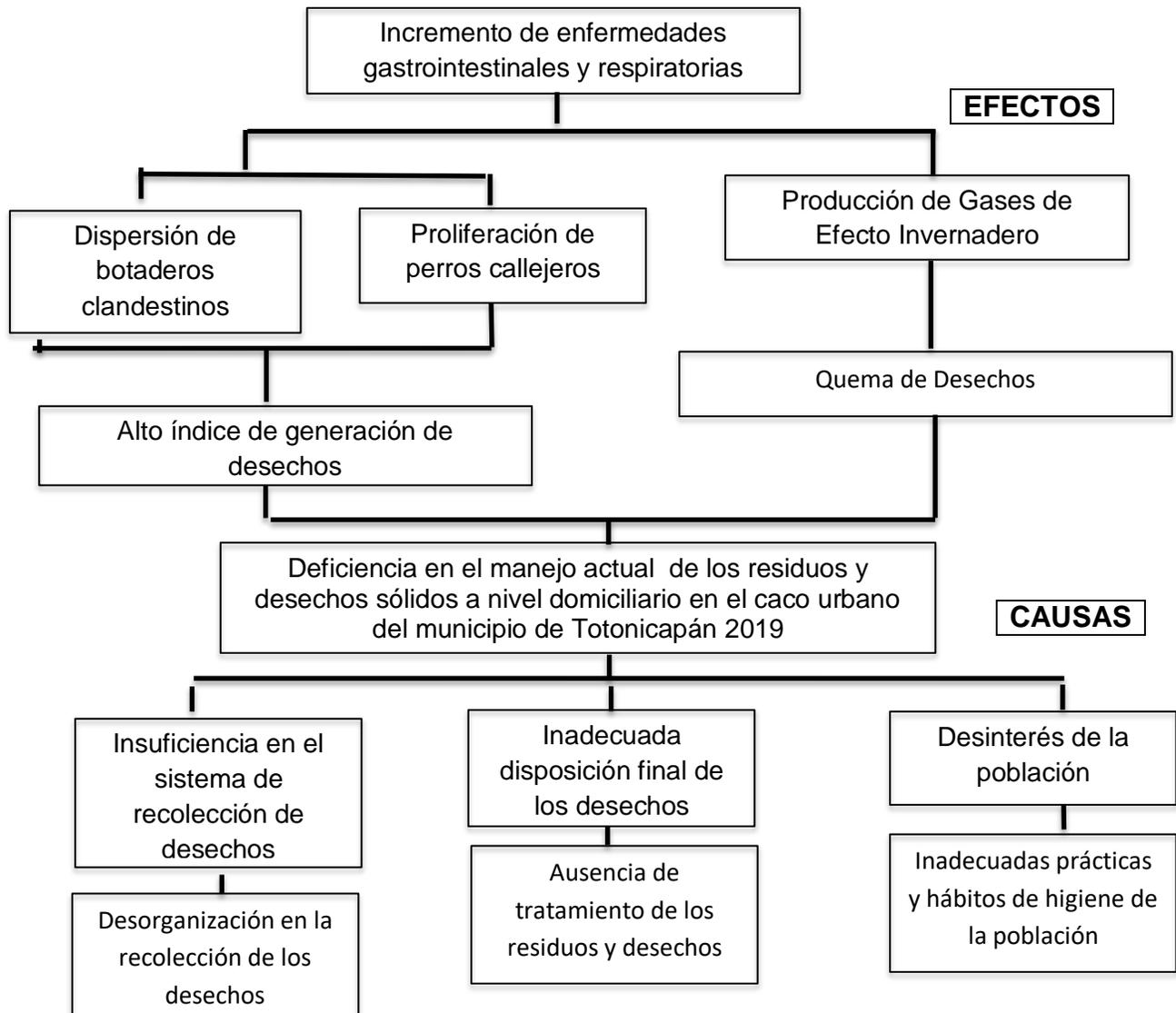


Figura 3. Árbol de problemas del manejo actual de los desechos a nivel casco urbano del municipio de Totonicapán

En la realización del árbol de problemas se discutió referente a la deficiencia que presenta el manejo actual de los desechos en el casco urbano del municipio de Totonicapán, ya que no se cuenta con un mecanismo de tratamiento de los desechos y no existe una cultura de clasificación de parte de la población

Dentro de las problemáticas más preocupantes está el alto índice de generación de desechos que son descargados en el vertedero municipal o en los botaderos ilegales, causando la creciente de vectores de enfermedades y la proliferación de perros callejeros provocando daños y peligro a la salud e integridad física.

5.4.3. Árbol de objetivos referente al manejo adecuado de los residuos y desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Totonicapán

El análisis del árbol de objetivos se fundamenta en el árbol de problemas, donde se exponen los efectos ocasionados por el problema central en términos de objetivos a alcanzar para un manejo adecuado de los desechos, de igual manera las causas son utilizadas con la finalidad de establecer componentes y actividades para mejorar la situación actual.

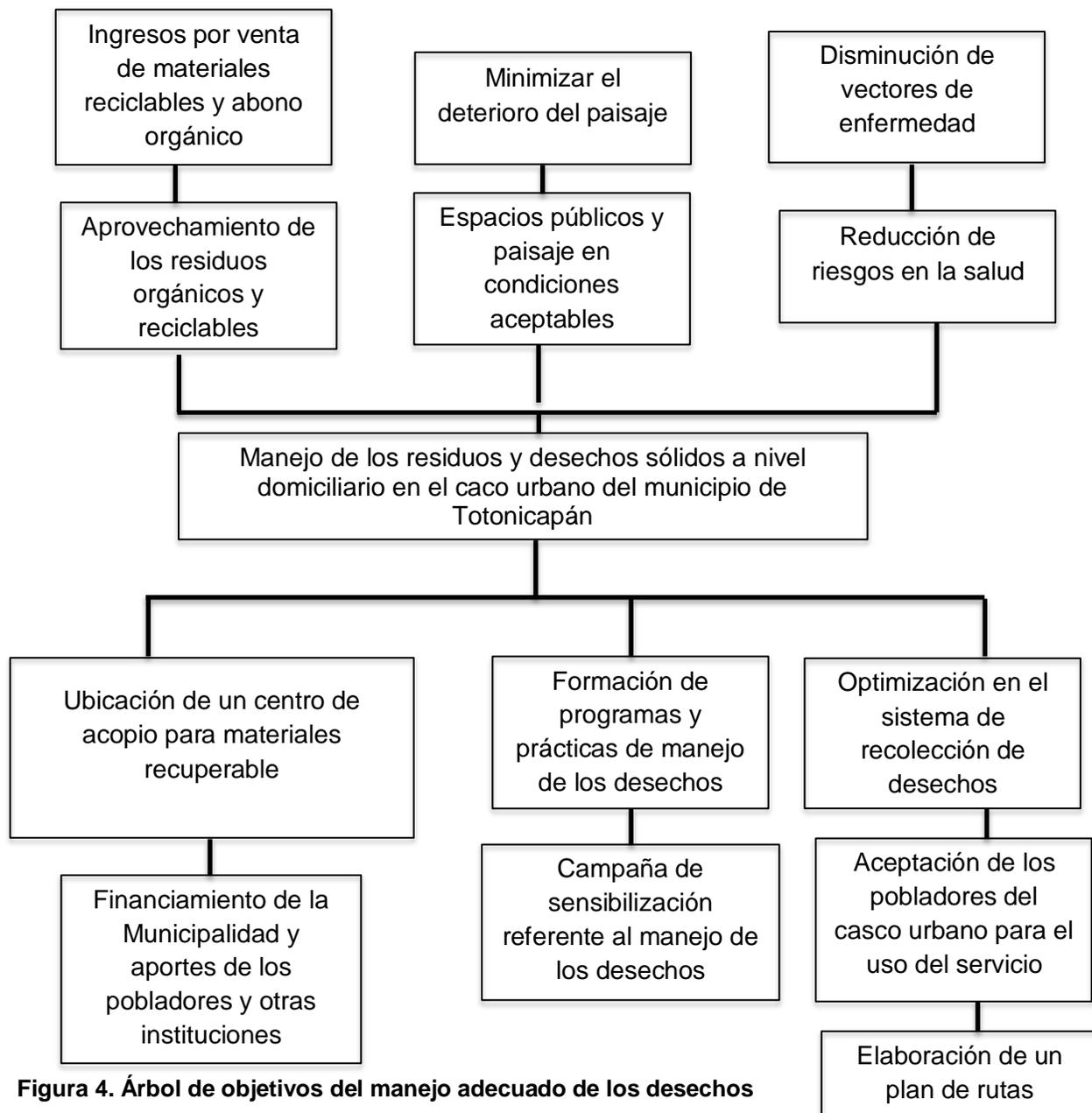


Figura 4. Árbol de objetivos del manejo adecuado de los desechos

Analizando el árbol de objetivos, se pretende alcanzar beneficios referentes al buen manejo de desechos entre los cuales conforman:

- Disminución de los riesgos en salud de los pobladores
- Espacios públicos en buenas condiciones
- Aprovechamiento de los residuos orgánicos y desechos reciclables

Con base a los resultados de las reuniones y herramientas desarrolladas se estableció la creación de un plan de manejo integral de residuos y desechos sólidos a nivel casco urbano, con la finalidad de disminuir la contaminación que perjudica a los pobladores del lugar y así contribuir a mejorar la calidad del medio ambiente.

Dentro del plan se priorizaron tres líneas de acción que son fundamentales para el desarrollo del plan de manejo de desechos, las cuales se mencionan a continuación:

1. Campaña de sensibilización
2. Manejo de desechos
3. Optimización del sistema de recolección de los desechos sólidos

VI. Conclusiones

1. En las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán se generan 10,797.18 kilogramos al día de residuos y desechos sólidos, de los cuales el 41% son orgánicos, el 18% son desechos inorgánicos reciclables y el 41% son desechos inorgánicos no reciclables.
2. La generación de residuos y desechos sólidos por persona al día en el casco urbano del municipio de Totonicapán es de 0.5036 kilogramos.
3. Según la densidad determinada en la investigación los residuos y desechos sólidos generados por el casco urbano del municipio de Totonicapán necesitan un espacio de 100.55 m³ diarios para ser almacenados. De los cuales los residuos orgánicos ocupan 18.30 m³, los desechos reciclables ocupan 32.1 m³ y los desechos no reciclables ocupan 50.15m³.
4. La propuesta del plan de manejo de residuos y desechos sólidos se basa en cuatro líneas de acción sugeridas por las autoridades comunales del casco urbano las cuales son: campaña de sensibilización, manejo adecuado de los desechos sólidos, optimización del sistema de recolección de desechos y por ultimo un centro de acopio de materiales reciclables.

VII. Recomendaciones

1. Es necesario el acercamiento directo con la población para exponer la situación actual del manejo de los desechos, a través de programas de sensibilización y capacitación referente al tema, con el objetivo de crear conciencia en la población de los efectos en salud y en el recurso naturales que resultan de un manejo inadecuado de desechos.
2. Con los datos obtenidos en el estudio, darle un aprovechamiento adecuado a los materiales recuperables, fomentando en la población alternativas de compostaje, reciclaje y así alcanzar una reducción en la disposición final.
3. Es recomendable la construcción de un centro de acopia de materiales reciclables, basándose en los resultados obtenidos de la cuantificación y caracterización de residuos y desechos sólidos.
4. Fortalecer el sistema de recolección de desechos, para que contribuya al manejo adecuado de los mismos y así presentar un servicio de calidad y funcional.
5. Es necesaria la intervención rápida y oportuna para el cierre del Botadero Municipal, ya que es una de las causas de la proliferación de perros callejeros y vectores de enfermedades entre otras.

XI. Referencias Bibliográficas

1. Barradas, A. (2,009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. Veracruz,.México..Obtenido.en:.http://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf
2. Barreiro, P. y Puerto, J.(2001). *Población y Muestra, Técnicas de muestreos*. Bolivia..Obtenido.en:.http://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques//paula_lagares.pdf
3. Carreaga, J. (1993). *Guía para la gestión de residuos sólidos municipales*. México..Obtenido.en:.http://centro.paot.org.mx/documentos/informe/mini_manejo_residuos_solidos.pdf
4. CONADES (2013) (Consejo Nacional de desarrollo sostenible) *Gestión de Residuos*. Ciudad de Panamá. Obtenido en: <https://www.conades.gob.pa/tmp/file/1361/IG-2009-2014.pdf>
5. Dimate,.B.(2010)..*Manejo.de.residuos.sólidos*. Chapinero.. Bogotá.. Otenido en:.<http://designblog.uniandes.edu.co/blogs/dise3126/files/2010/10/1-dominio.pdf>
6. Espinosa, T. (2,010). *Generación, legislación y valorización de residuos plásticos* Brasil Obtenido en: https://www.researchgate.net/publication/312220761_Generacion_legislacion_y_valorizacion_de_residuos_plasticos_en_iberamerica
7. García, J. (1997) *El sistema de la gestión de residuos sólidos urbanos*. Madrid, España..Obtenido.en:.<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=116127>

8. Haefkens, J. (1969). *Viaje a Guatemala y Centroamérica*. Guatemala. Obtenido en: <https://diariodelgallo.wordpress.com/2008/09/23/el-libro-viaje-a-guatemala-y-centroamerica-de-jacobo-haefkens/>
9. Hernández F. (1997). *Reducción y reciclaje de los residuos sólidos municipales*. México, Obtenido en: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906905.pdf>
10. INAB (Instituto Nacional de Bosques). (2007). *Clasificación de Zonas de Guatemala*. Obtenido en: https://www.academia.edu/10497202/CLASIFICACION_DE_ZONAS_DE_VIDA_DE_GUATEMALA
11. INE (Instituto Nacional de Estadística). (2013). *Caracterización departamental Totonicapán Guatemala*. Obtenido en: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/07/20/EfsWFqUtoEkcXfE2PB1sVbSpfVPHbJVY.pdf>
12. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2014). *Clasificación de suelos de Guatemala*. Obtenido en: <https://www.maga.gob.gt/download/clasificacion-suelo.pdf>
13. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). (2018). *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes*. Guatemala. Obtenido en: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/13196.pdf>

14. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). (2019). *Guía para elaborar estudios de caracterización*. Guatemala. Obtenido en: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/13193.pdf>
15. Martínez, B. (2012). *Estadística y Muestreo*. Ecoe, Bogotá: Obtenido en: <https://www.ecoediciones.com/wp.content/uploads/2015/08/Estadistica-y-Muestreo-13ra-Edici%C3%B3n.pdf>
16. Medina, Caraballo y Jiménez. (2,007). *Manejo de residuos sólidos y medio ambiente*. Perú Obtenido en: <https://www.monografias.com/trabajos94/manejo-residuos-solidos-y-medio-ambiente/manejo-residuos-solidos-y-medio-ambiente.shtml>
17. MINECO (Ministerio de Economía). (2,014) .*Perfil Departamental Totonicapán*. Guatemala. Obtenido.en:...<http://www.mineco.gob.gt/sites/default/files /totonicapan.pdf>
18. OPS (Organización Panamericana de la Salud). (1995). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington D. C. Obtenido en: [http://Diagnóstico-de-la-situación-del-manejo-de-residuos-sólidos-municipales-en-América-Latina-y-el-Caribe%20\(1\).pdf](http://Diagnóstico-de-la-situación-del-manejo-de-residuos-sólidos-municipales-en-América-Latina-y-el-Caribe%20(1).pdf)
19. Rius, F (1997). *Elementos básicos estadística*. Madrid, España. Obtenido en: <https://www.worldcat.org/title/elementos-bsicos-de-estadstica-econmica-y-empresarial/oclc/1024358280?referer=di&ht=edition>

20. Tchobanoglous, G. (1,994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. México. Obtenido en: <http://redbiblio.unne.edu.ar/opac/cgi-bin/pgopac.cgi?VDOC=1.2832>
21. Tello, E. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe*. Paraguay. Obtenido en: <https://publications.iadb.org/en/regional-evaluation-urban-solid-waste-management-latin-america-and-caribbean-2010-report>


Vo.Bo. Lcda Ana Teresa de González
Bibliotecaria
CUNSUROC.



XII. Anexos

Tabla 12. Indicadores estadísticos para obtención de muestra

| Nivel de confianza (Z) | Constante (Z) | Error máximo admisible | Probabilidad de Exito (P) | Probabilidad de Exito (Q) |
|---------------------------|------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0.90% | 1.65 | 0.10 | 0.5 | 0.5 |
| 0.95% | 1.96 | 0.05-0.08 | 0.5 | 0.5 |

Fuente. Rius.F (1997)

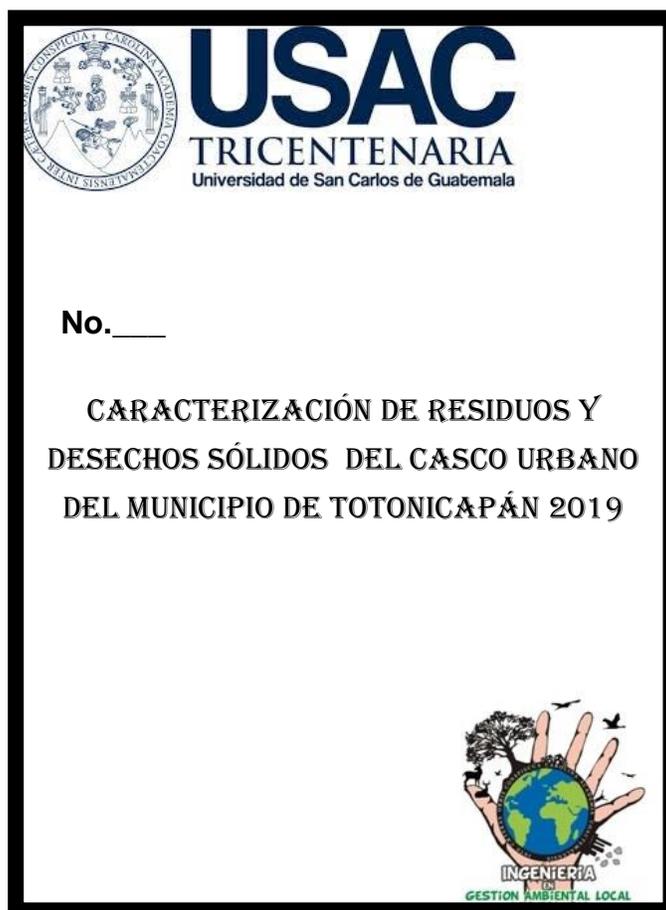


Figura 5. Calcomanía de control de las muestreas para la caracterización de desechos

Tabla 13. Boleta de entrevista para la caracterización de residuos y desechos sólidos

| | |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|
| BOLETA DE CAMPO PARA MUESTREO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS | |
| No. DE MUESTRA: _____ | |
| DATOS DEL DOMICILIO SELECCIONADO: | |
| Calle o avenida: _____ | Número Casa: _____ |
| Zona _____ | |
| No. de habitantes en la vivienda: _____ | |

Tabla 14. Formato para el pesaje de los residuos y desechos sólidos

| Día: _____ | | Fecha: _____ | |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|--|
| Origen de la muestra: _____ | | | |
| No. | Peso del costal en Kilogramo | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Tabla 15. Formato para el pesaje de cada tipo de material

| Día: _____ | | Fecha: _____ | |
|-----------------------------|-----------------|--------------|------------|
| Origen de la muestra: _____ | | | |
| No. | Tipo de Residuo | Peso kg | Altura mts |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Tabla 16. Número de muestras caracterizadas

| ZONA 1 | ZONA 2 | ZONA 3 | ZONA 4 |
|--------|--------|--------|--------|
| 4 | 1 | 5 | 13 |
| 9 | 2 | 7 | 39 |
| 17 | 8 | 11 | 62 |
| 27 | 10 | 12 | 64 |
| 32 | 13 | 28 | 71 |
| 45 | 14 | 29 | 86 |
| 57 | 25 | 36 | 101 |
| 67 | 26 | 38 | 104 |
| 72 | 37 | 41 | 163 |
| 81 | 46 | 58 | 166 |
| 89 | 50 | 63 | 172 |
| 91 | 69 | 77 | 260 |
| 99 | 74 | 83 | 287 |
| 115 | 82 | 90 | 289 |
| 148 | 100 | 97 | 315 |
| 181 | 124 | 123 | 322 |
| 200 | 131 | 274 | 380 |
| 201 | 223 | 275 | 412 |
| 246 | 300 | 296 | 467 |
| 278 | 369 | 333 | 491 |
| 351 | 388 | 403 | 493 |
| 355 | 478 | 429 | 520 |
| 384 | 491 | 463 | 536 |
| 406 | 505 | 501 | 608 |
| 503 | 521 | 542 | 659 |
| 531 | 583 | 658 | 691 |
| 589 | 600 | 702 | 725 |
| 605 | 778 | 802 | 788 |
| 639 | 813 | 853 | 812 |
| 726 | 909 | 895 | 844 |
| 801 | 917 | 901 | 916 |
| 876 | 941 | 915 | 923 |
| 897 | 973 | | 932 |
| 903 | 1000 | | 977 |
| 948 | 1001 | | 999 |
| 1000 | 1020 | | 1110 |

| | | | |
|------|------|--|------|
| 1005 | 1070 | | 1113 |
| 1114 | | | 1118 |

Figura 6. Mapa de ubicación de la muestra en zona 1 del casco urbano del municipio de Totonicapán

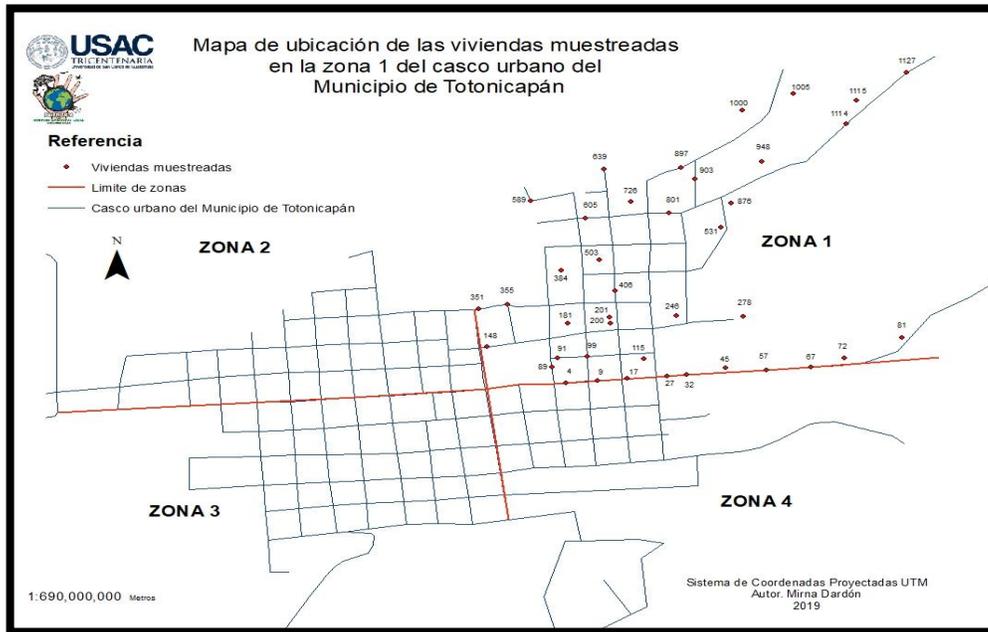


Figura 7. Mapa de ubicación de la muestra en zona 2 del casco urbano del municipio de Totonicapán

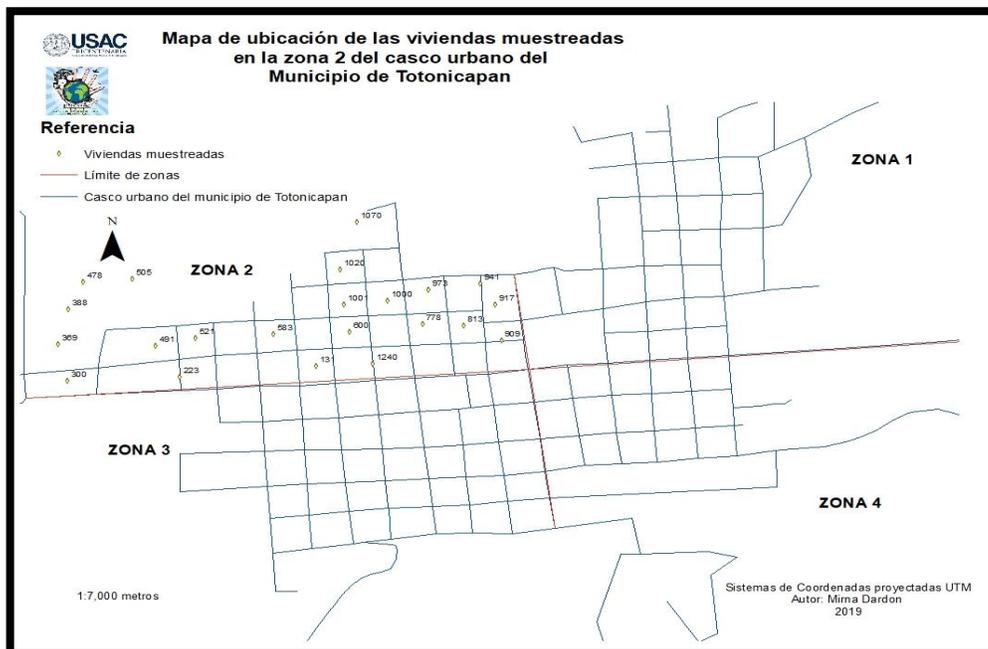


Figura 8. Mapa de ubicación de la muestra en zona 3 del casco urbano del municipio de Totonicapán

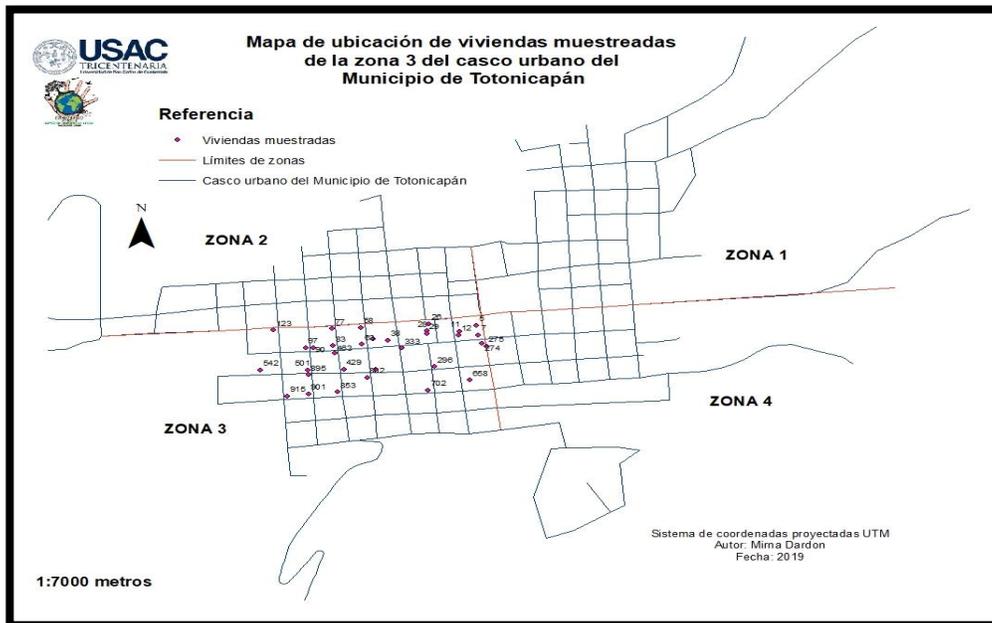


Figura 9. Mapa de ubicación de la muestra en zona 4 del casco urbano del municipio de Totonicapán

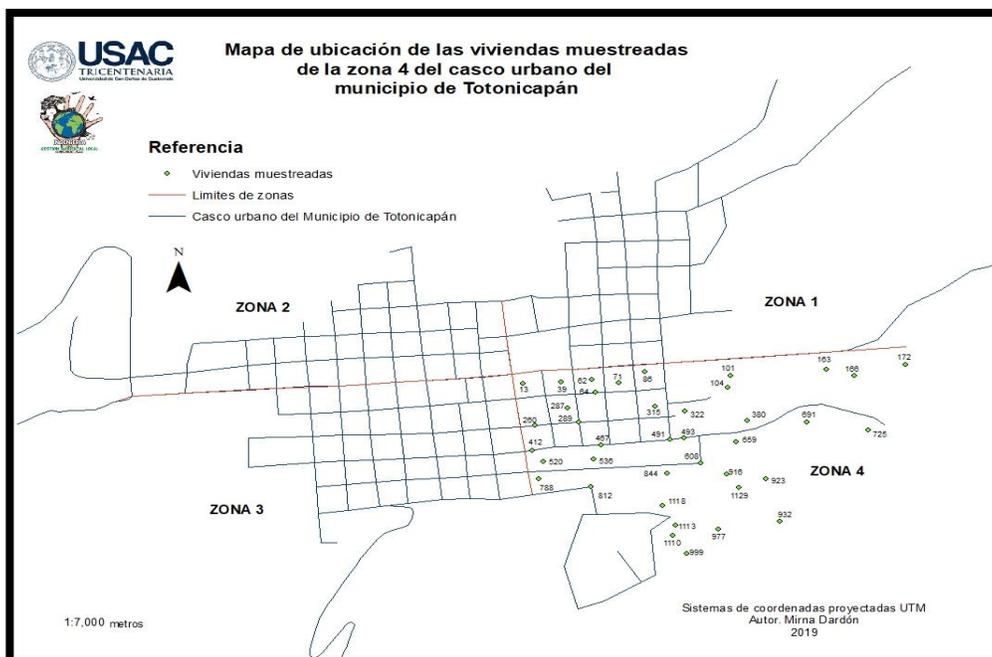


Tabla 17. Resumen de la generación de las viviendas estudiadas

| Zonas | Viviendas | No. de habitantes | Producción por zona a la semana en kilogramos |
|--------------|------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| Zona 1 | 40 | 165 | 589.38 |
| Zona 2 | 37 | 152 | 575.36 |
| Zona 3 | 32 | 120 | 388.055 |
| Zona 4 | 39 | 160 | 562.79 |
| TOTAL | 148 | 597 | 2115.585 |

Tabla 18. Resumen de la Producción Per Cápita

| PRIMERA SEMANA ZONA 1 | | SEGUNDA SEMANA ZONA 1 | | PROMEDIO PPC | |
|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| PPC | 0.50995671 | PPC | 0.51038961 | PPC | 0.51017316 |
| kg por casa a la semana | 14.725 | kg por casa a la semana | 14.7375 | kg por casa a la semana | 14.73125 |
| kg por casa al día | 2.103571429 | kg por casa al día | 2.105357143 | kg por casa al día | 2.104464286 |
| PRIMERA SEMANA ZONA 2 | | SEGUNDA SEMANA ZONA 2 | | PROMEDIO PPC | |
| PPC | 0.538345865 | PPC | 0.543045113 | PPC | 0.540695489 |
| kg por casa a la semana | 15.48108108 | kg por casa a la semana | 15.61621622 | kg por casa a la semana | 15.54864865 |
| kg por casa al día | 2.211583012 | kg por casa al día | 2.230888031 | kg por casa al día | 2.221235521 |
| PRIMERA SEMANA ZONA 3 | | SEGUNDA SEMANA ZONA 3 | | PROMEDIO PPC | |
| PPC | 0.471428571 | PPC | 0.451190476 | PPC | 0.461309524 |
| kg por casa al día | 1.767857143 | kg por casa al día | 1.691964286 | kg por casa al día | 1.729910714 |
| kg por casa a la semana | 12.375 | Por casa a la semana | 11.84375 | kg por casa a la semana | 12.109375 |
| PRIMERA SEMANA ZONA 4 | | SEGUNDA SEMANA ZONA 3 | | PROMEDIO PPC | |
| PPC | 0.504482143 | PPC | 0.500714286 | PPC | 0.502598214 |
| kg por casa al dia | 2.06967033 | kg por casa al dia | 2.054212454 | kg por casa al dia | 2.061941392 |
| kg por casa al semana | 14.48769231 | kg por casa al semana | 14.37948718 | kg por casa a la semana | 14.43358974 |

Tabla 19. Pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en zona 1

| ZONA 1 PRIMERA SEMANA | Material | Kilogramos | Porcentaje | ZONA 1 SEGUNDA SEMANA | Material | Kilogramos | Porcentaje |
|-------------------------|------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------|------------|------------|
| | Materia Orgánica | 228.5 | 38.79 | | Materia Orgánica | 231 | 39.17 |
| Restos de Jardinería | 36 | 6.11 | Restos de Jardinería | 52 | 8.82 | | |
| Desechos Sanitarios | 98.5 | 16.72 | Desechos Sanitarios | 56.5 | 9.58 | | |
| Aluminio | 6 | 1.02 | Aluminio | 10 | 1.70 | | |
| Latas | 0.2 | 0.03 | Latas | 0.5 | 0.08 | | |
| Botellas Plásticas | 12 | 2.04 | Botellas Plásticas | 42 | 7.12 | | |
| Papel cartón | 22 | 3.74 | Papel cartón | 27 | 4.58 | | |
| Desechos no Reciclables | 49 | 8.32 | Desechos no Reciclables | 68 | 11.53 | | |
| Vidrio | 34 | 5.77 | Vidrio | 8 | 1.36 | | |
| Residuos Inertes | 72 | 12.22 | Residuos Inertes | 55 | 9.33 | | |
| Caucho | 1.5 | 0.25 | Caucho | 4 | 0.68 | | |
| Tetrapack | 3 | 0.51 | Tetrapack | 6.5 | 1.10 | | |
| Tela | 21 | 3.57 | Tela | 24 | 4.07 | | |
| Chatarra | 5 | 0.85 | Chatarra | 5 | 0.85 | | |
| Desechos Peligroso | 0.33 | 0.06 | Desechos Peligroso | 0.23 | 0.04 | | |
| TOTAL | 589.03 | 100.01 | TOTAL | 589.73 | 100.00 | | |

Tabla 20. Promedio del pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en zona 1

| Material | Kilogramos a la semana | Tonelada al año | Porcentaje |
|-------------------------|------------------------|-----------------|--------------|
| Materia Orgánica | 229.75 | 11.98 | 39.01 |
| Restos de Jardinería | 44 | 2.29 | 7.47 |
| Desechos Sanitarios | 77.5 | 4.04 | 13.16 |
| Aluminio | 8 | 0.42 | 1.36 |
| Latas | 0.35 | 0.02 | 0.06 |
| Botellas Plásticas | 27 | 1.41 | 4.58 |
| Papel cartón | 24.5 | 1.28 | 4.16 |
| Desechos no Reciclables | 58.5 | 3.05 | 9.93 |
| Vidrio | 21 | 1.10 | 3.57 |
| Residuos Inertes | 63.5 | 3.31 | 10.78 |
| Caucho | 2.75 | 0.14 | 0.47 |
| Tetrapack | 4.75 | 0.25 | 0.81 |
| Tela | 22.5 | 1.17 | 3.82 |
| Chatarra | 5 | 0.26 | 0.85 |
| Desechos Peligroso | 0.28 | 0.01 | 0.05 |
| TOTAL | 589.38 | 30.73 | 99.56 |

Tabla 21. Pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en zona 2

| ZONA 2 PRIMERA SEMANA | Materiales | Kilogramos | Porcentaje | ZONA 2 SEGUNDA SEMANA | Materiales | Kilogramos | Porcentaje |
|-------------------------|------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------|------------|------------|
| | Materia Orgánica | 250 | 43.64 | | Materia Orgánica | 236.5 | 40.93 |
| Restos de Jardinería | 34.5 | 6.02 | Restos de Jardinería | 29.5 | 5.11 | | |
| Desechos Sanitarios | 84 | 14.66 | Desechos Sanitarios | 54.5 | 9.43 | | |
| Aluminio | 6 | 1.05 | Aluminio | 12 | 2.08 | | |
| Latas | 0.3 | 0.05 | Latas | 0.2 | 0.03 | | |
| Botellas Plásticas | 15 | 2.62 | Botellas Plásticas | 16 | 2.77 | | |
| Papel cartón | 25 | 4.36 | Papel cartón | 22 | 3.81 | | |
| Desechos no Reciclables | 44 | 7.68 | Desechos no Reciclables | 97 | 16.79 | | |
| Vidrio | 16 | 2.79 | Vidrio | 19 | 3.29 | | |
| Residuos Inertes | 29.5 | 5.15 | Residuos Inertes | 23 | 3.98 | | |
| Caucho | 15.5 | 2.71 | Caucho | 8 | 1.38 | | |
| Tetrapack | 6 | 1.05 | Tetrapack | 4 | 0.69 | | |
| Tela | 30.5 | 5.32 | Tela | 40 | 6.92 | | |
| Chatarra | 16 | 2.79 | Chatarra | 16 | 2.77 | | |
| Desechos Peligroso | 0.56 | 0.10 | Desechos Peligroso | 0.16 | 0.03 | | |
| TOTAL | 572.86 | 100.00 | TOTAL | 577.86 | 100.00 | | |

Tabla 22. Promedio del pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en Zona 2

| Materiales | Kilogramos a la semana | Tonelada al año | Porcentaje |
|-------------------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Materia Orgánica | 243.25 | 12.68 | 42.30 |
| Restos de Jardinería | 32 | 1.67 | 5.57 |
| Desechos Sanitarios | 69.25 | 3.61 | 12.04 |
| Aluminio | 9 | 0.47 | 1.57 |
| Latas | 0.25 | 0.01 | 0.04 |
| Botellas Plásticas | 15.5 | 0.81 | 2.70 |
| Papel cartón | 23.5 | 1.23 | 4.09 |
| Desechos no Reciclables | 70.5 | 3.68 | 12.26 |
| Vidrio | 17.5 | 0.91 | 3.04 |
| Residuos Inertes | 26.25 | 1.37 | 4.57 |
| Caucho | 11.75 | 0.61 | 2.04 |
| Tetrapack | 5 | 0.26 | 0.87 |
| Tela | 35.25 | 1.84 | 6.13 |
| Chatarra | 16 | 0.83 | 2.78 |
| Desechos Peligroso | 0.36 | 0.02 | 0.06 |
| TOTAL | 575.36 | 30.00 | 100.06 |

Tabla 23. Pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en zona 3

| ZONA 3 PRIMERA SEMANA | Materia | Kilogramos | Procentaje | ZONA 3 SEGUNDA SEMANA | Materia | Kilogramos | Procentaje |
|-----------------------|-------------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------------|------------|------------|
| | Materia Orgánica | 163 | 41.08 | | Materia Orgánica | 129 | 34.01 |
| | Restos de Jardinería | 20 | 5.04 | | Restos de Jardinería | 21 | 5.54 |
| | Desechos Sanitarios | 57 | 14.36 | | Desechos Sanitarios | 44 | 11.60 |
| | Aluminio | 7 | 1.76 | | Aluminio | 17 | 4.48 |
| | Latas | 0.5 | 0.13 | | Latas | 1.5 | 0.40 |
| | Botellas Plásticas | 20 | 5.04 | | Botellas Plásticas | 43 | 11.34 |
| | Papel cartón | 23 | 5.80 | | Papel cartón | 23 | 6.06 |
| | Desechos no Reciclables | 39 | 9.83 | | Desechos no Reciclables | 46 | 12.13 |
| | Vidrio | 6.5 | 1.64 | | Vidrio | 7 | 1.85 |
| | Residuos Inertes | 23 | 5.80 | | Residuos Inertes | 26 | 6.86 |
| | Caucho | 11 | 2.77 | | Caucho | 2 | 0.53 |
| | Tetrapack | 3.5 | 0.88 | | Tetrapack | 5 | 1.32 |
| | Tela | 19 | 4.79 | | Tela | 8 | 2.11 |
| | Chatarra | 4 | 1.01 | | Chatarra | 6.5 | 1.71 |
| | Desechos Peligroso | 0.33 | 0.08 | | Desechos Peligroso | 0.28 | 0.07 |
| TOTAL | 396.83 | 100.00 | TOTAL | 379.28 | 100.00 | | |

Tabla 24. Promedio del pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en zona 3

| Materia | Kilogramos a la semana | Toneladas al año | Procentaje |
|-------------------------|------------------------|------------------|---------------|
| Materia Orgánica | 146 | 7.61 | 37.63 |
| Restos de Jardinería | 20.5 | 1.07 | 5.28 |
| Desechos Sanitarios | 50.5 | 2.63 | 13.02 |
| Aluminio | 12 | 0.63 | 3.09 |
| Latas | 1 | 0.05 | 0.26 |
| Botellas Plásticas | 31.5 | 1.64 | 8.12 |
| Papel cartón | 23 | 1.20 | 5.93 |
| Desechos no Reciclables | 42.5 | 2.22 | 10.95 |
| Vidrio | 6.75 | 0.35 | 1.74 |
| Residuos Inertes | 24.5 | 1.28 | 6.31 |
| Caucho | 6.5 | 0.34 | 1.68 |
| Tetrapack | 4.25 | 0.22 | 1.10 |
| Tela | 13.5 | 0.70 | 3.48 |
| Chatarra | 5.25 | 0.27 | 1.35 |
| Desechos Peligroso | 0.305 | 0.02 | 0.08 |
| TOTAL | 388.055 | 20.23 | 100.01 |

Tabla 25. Pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en zona 4

| ZONA 4 PRIMERA SEMANA | Tipo de Materia | Kilogramos | Porcentaje | ZONA 4 SEGUNDA SEMANA | Tipo de Materia | Kilogramos | Porcentaje |
|-----------------------|-------------------------|--------------|--------------|-----------------------|-------------------------|------------|------------|
| | Materia Orgánica | 132 | 20.10 | | Materia Orgánica | 105 | 18.75 |
| | Restos de Jardinería | 30 | 4.57 | | Restos de Jardinería | 42 | 7.50 |
| | Desechos Sanitarios | 125 | 19.03 | | Desechos Sanitarios | 132 | 23.57 |
| | Aluminio | 12 | 1.83 | | Aluminio | 11 | 1.96 |
| | Latas | 1 | 0.15 | | Latas | 1 | 0.18 |
| | Botellas Plásticas | 14 | 2.13 | | Botellas Plásticas | 24 | 4.29 |
| | Papel cartón | 61 | 9.29 | | Papel cartón | 62 | 11.07 |
| | Desechos no Reciclables | 76.5 | 11.65 | | Desechos no Reciclables | 81 | 14.46 |
| | Vidrio | 36 | 5.48 | | Vidrio | 23 | 4.11 |
| | Residuos Inertes | 34 | 5.18 | | Residuos Inertes | 32 | 5.71 |
| | Caucho | 6 | 0.91 | | Caucho | 3 | 0.54 |
| | Tetrapack | 3.5 | 0.53 | | Tetrapack | 9.5 | 1.70 |
| | Tela | 25.5 | 3.88 | | Tela | 19 | 3.39 |
| | Chatarra | 7.5 | 1.14 | | Chatarra | 15 | 2.68 |
| | Desechos Peligroso | 1.8 | 0.27 | | Desechos Peligroso | 0.28 | 0.05 |
| TOTAL | 565.8 | 86.14 | TOTAL | 560 | 99.96 | | |

Tabla 26. Promedio del pesaje de los residuos y desechos sólidos generados en zona 4

| Tipo de Materia | Kilogramos a la semana | Toneladas al año | Porcentaje |
|-------------------------|------------------------|------------------|---------------|
| Materia Orgánica | 118.5 | 6.18 | 21.06 |
| Restos de Jardinería | 36 | 1.88 | 6.40 |
| Desechos Sanitarios | 128.5 | 6.70 | 22.84 |
| Aluminio | 11.5 | 0.60 | 2.04 |
| Latas | 1 | 0.05 | 0.18 |
| Botellas Plásticas | 19 | 0.99 | 3.38 |
| Papel cartón | 61.5 | 3.21 | 10.93 |
| Desechos no Reciclables | 78.75 | 4.11 | 14.00 |
| Vidrio | 29.5 | 1.54 | 5.24 |
| Residuos Inertes | 33 | 1.72 | 5.86 |
| Caucho | 4.5 | 0.23 | 0.80 |
| Tetrapack | 6.5 | 0.34 | 1.16 |
| Tela | 22.25 | 1.16 | 3.95 |
| Chatarra | 11.25 | 0.59 | 2.00 |
| Desechos Peligroso | 1.04 | 0.05 | 0.18 |
| TOTAL | 562.79 | 29.35 | 100.01 |

Tabla 27. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 1

| ZONA 1 PRIMERA SEMANA | Tipo de material | Volumen | Densidad | ZONA 2 SEGUNDA SEMANA | Tipo de Material | Volumen | Densidad |
|------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|
| | Materia Orgánica | 0.023 | 270.305 | | Materia Orgánica | 0.023 | 257.746 |
| Restos de Jardinería | 0.028 | 191.836 | Restos de Jardinería | 0.023 | 220.238 | | |
| Desechos Sanitarios | 0.027 | 98.260 | Desechos Sanitarios | 0.024 | 78.656 | | |
| Aluminio | 0.115 | 23.157 | Aluminio | 0.164 | 28.509 | | |
| Latas | 0.011 | 17.684 | Latas | 0.020 | 25.263 | | |
| Botellas Plásticas | 0.178 | 29.473 | Botellas Plásticas | 0.227 | 45.402 | | |
| Papel cartón | 0.183 | 39.213 | Papel cartón | 0.219 | 38.610 | | |
| Desechos no Reciclables | 0.200 | 34.206 | Desechos no Reciclables | 0.215 | 34.225 | | |
| Vidrio | 0.021 | 159.374 | Vidrio | 0.022 | 113.655 | | |
| Residuos Inertes | 0.023 | 616.614 | Residuos Inertes | 0.021 | 493.904 | | |
| Caucho | 0.016 | 96.458 | Caucho | 0.017 | 235.785 | | |
| Tetrapack | 0.024 | 42.053 | Tetrapack | 0.024 | 66.871 | | |
| Tela | 0.024 | 214.245 | Tela | 0.025 | 240.559 | | |
| Chatarra | 0.023 | 113.595 | Chatarra | 0.023 | 103.659 | | |
| Desechos Peligroso | 0.002 | 77.809 | Desechos Peligroso | 0.003 | 81.346 | | |

Tabla 28. Promedio del volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 1

| Tipo de Material | Volumen | Densidad |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| Materia Orgánica | 0.023 | 264.025 |
| Restos de Jardinería | 0.026 | 206.037 |
| Desechos Sanitarios | 0.026 | 88.458 |
| Aluminio | 0.139 | 25.833 |
| Latas | 0.016 | 21.473 |
| Botellas Plásticas | 0.203 | 37.438 |
| Papel cartón | 0.201 | 38.912 |
| Desechos no Reciclables | 0.208 | 34.215 |
| Vidrio | 0.022 | 136.514 |
| Residuos Inertes | 0.022 | 555.259 |
| Caucho | 0.016 | 166.121 |
| Tetrapack | 0.024 | 54.462 |
| Tela | 0.025 | 227.402 |
| Chatarra | 0.023 | 108.627 |
| Desechos Peligroso | 0.002 | 79.577 |

Tabla 29. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 2

| ZONA 2 PRIMERA SEMANA | Tipo de material | Volumen | Densidad | ZONA 2 SEGUNDA SEMANA | Tipo de material | Volumen | Densidad |
|-----------------------|-------------------------|---------|--------------------|-----------------------|-------------------------|---------|----------|
| | Materia Orgánica | 0.025 | 259.569 | | Materia Orgánica | 0.024 | 219.388 |
| | Restos de Jardinería | 0.022 | 202.392 | | Restos de Jardinería | 0.022 | 168.709 |
| | Desechos Sanitarios | 0.025 | 157.760 | | Desechos Sanitarios | 0.024 | 86.454 |
| | Aluminio | 0.143 | 20.491 | | Aluminio | 0.143 | 43.297 |
| | Latas | 0.008 | 38.583 | | Latas | 0.013 | 15.719 |
| | Botellas Plásticas | 0.166 | 30.507 | | Botellas Plásticas | 0.166 | 34.023 |
| | Papel cartón | 0.146 | 50.649 | | Papel cartón | 0.146 | 58.757 |
| | Desechos no Reciclables | 0.189 | 32.456 | | Desechos no Reciclables | 0.210 | 46.838 |
| | Vidrio | 0.018 | 322.342 | | Vidrio | 0.018 | 362.762 |
| | Residuos Inertes | 0.024 | 594.822 | | Residuos Inertes | 0.022 | 512.297 |
| | Caucho | 0.021 | 225.071 | | Caucho | 0.021 | 181.416 |
| | Tetrapack | 0.024 | 61.276 | | Tetrapack | 0.025 | 79.437 |
| | Tela | 0.023 | 177.482 | | Tela | 0.024 | 537.815 |
| Chatarra | 0.023 | 221.863 | Chatarra | 0.023 | 245.666 | | |
| Desechos Peligroso | 0.004 | 79.493 | Desechos Peligroso | 0.002 | 75.451 | | |

Tabla 30. Promedio del volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 2

| Tipo de material | Volumen | Densidad |
|-------------------------|---------|----------|
| Materia Orgánica | 0.024 | 239.479 |
| Restos de Jardinería | 0.022 | 185.550 |
| Desechos Sanitarios | 0.025 | 122.107 |
| Aluminio | 0.143 | 31.894 |
| Latas | 0.010 | 27.151 |
| Botellas Plásticas | 0.166 | 32.265 |
| Papel cartón | 0.146 | 54.703 |
| Desechos no Reciclables | 0.200 | 39.647 |
| Vidrio | 0.018 | 342.552 |
| Residuos Inertes | 0.023 | 553.559 |
| Caucho | 0.021 | 203.243 |
| Tetrapack | 0.025 | 70.357 |
| Tela | 0.023 | 357.648 |
| Chatarra | 0.023 | 233.764 |
| Desechos Peligroso | 0.003 | 77.472 |

Tabla 31. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 3

| ZONA 3 PRIMERA SEMANA | Tipo de material | Volumen | Densidad | ZONA 3 SEGUNDA SEMANA | Tipo de material | Volumen | Densidad |
|------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|
| | Materia Orgánica | 0.022 | 286.366 | | Materia Orgánica | 0.022 | 226.347 |
| | Restos de Jardinería | 0.021 | 228.185 | | Restos de Jardinería | 0.021 | 246.993 |
| | Desechos Sanitarios | 0.023 | 105.737 | | Desechos Sanitarios | 0.023 | 128.942 |
| | Aluminio | 0.085 | 47.969 | | Aluminio | 0.070 | 120.968 |
| | Latas | 0.023 | 22.105 | | Latas | 0.023 | 66.315 |
| | Botellas Plásticas | 0.170 | 30.754 | | Botellas Plásticas | 0.170 | 91.301 |
| | Papel cartón | 0.194 | 38.378 | | Papel cartón | 0.194 | 41.318 |
| | Desechos no Reciclables | 0.199 | 36.179 | | Desechos no Reciclables | 0.199 | 42.940 |
| | Vidrio | 0.015 | 216.628 | | Vidrio | 0.015 | 203.365 |
| | Residuos Inertes | 0.018 | 300.364 | | Residuos Inertes | 0.018 | 439.637 |
| | Caucho | 0.113 | 97.261 | | Caucho | 0.113 | 17.684 |
| | Tetrapack | 0.020 | 43.961 | | Tetrapack | 0.023 | 71.279 |
| | Tela | 0.052 | 92.827 | | Tela | 0.071 | 95.201 |
| | Chatarra | 0.025 | 81.105 | | Chatarra | 0.025 | 130.058 |
| Desechos Peligroso | 0.002 | 77.809 | Desechos Peligroso | 0.002 | 66.020 | | |

Tabla 32 Promedio del volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 3

| Tipo de material | Volumen | Densidad |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| Materia Orgánica | 0.022 | 256.356 |
| Restos de Jardinería | 0.021 | 237.589 |
| Desechos Sanitarios | 0.023 | 117.340 |
| Aluminio | 0.077 | 84.468 |
| Latas | 0.023 | 44.210 |
| Botellas Plásticas | 0.170 | 61.028 |
| Papel cartón | 0.194 | 39.848 |
| Desechos no | 0.199 | 39.559 |
| Vidrio | 0.015 | 209.996 |
| Residuos Inertes | 0.018 | 370.000 |
| Caucho | 0.113 | 57.473 |
| Tetrapack | 0.022 | 57.620 |
| Tela | 0.061 | 94.014 |
| Chatarra | 0.025 | 105.582 |
| Desechos Peligroso | 0.002 | 71.914 |

Tabla 33. Volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 4

| ZONA 4 PRIMERA SEMANA | Tipo de Material | Volumen | Densidad | ZONA 4 SEGUNDA SEMANA | Tipo de Material | Volumen | Densidad |
|-----------------------|-------------------------|----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|----------|----------|
| | Materia Orgánica | 0.023294 | 256.7545 | | Materia Orgánica | 0.023198 | 206.9043 |
| | Restos de Jardinería | 0.022619 | 198.9113 | | Restos de Jardinería | 0.022619 | 271.461 |
| | Desechos Sanitarios | 0.024533 | 120.4787 | | Desechos Sanitarios | 0.024654 | 130.907 |
| | Aluminio | 0.080346 | 111.1171 | | Aluminio | 0.080346 | 155.6854 |
| | Latas | 0.025447 | 39.29752 | | Latas | 0.025447 | 39.29752 |
| | Botellas Plásticas | 0.196978 | 24.59436 | | Botellas Plásticas | 0.196978 | 41.73022 |
| | Papel cartón | 0.193208 | 53.43598 | | Papel cartón | 0.193208 | 60.53335 |
| | Desechos no Reciclables | 0.21677 | 41.20395 | | Desechos no Reciclables | 0.21677 | 44.26718 |
| | Vidrio | 0.022777 | 183.7649 | | Vidrio | 0.021913 | 208.911 |
| | Residuos Inertes | 0.020782 | 414.04 | | Residuos Inertes | 0.020782 | 336.3054 |
| | Caucho | 0.019792 | 165.0496 | | Caucho | 0.019792 | 90.38429 |
| | Tetrapack | 0.017436 | 62.4204 | | Tetrapack | 0.017436 | 14.14711 |
| | Tela | 0.021834 | 127.3559 | | Tela | 0.021029 | 238.3369 |
| | Chatarra | 0.019439 | 130.0692 | | Chatarra | 0.019439 | 237.1033 |
| Desechos Peligroso | 0.025447 | 70.73553 | Desechos Peligroso | 0.001767 | 81.3459 | | |

Tabla 34. Promedio del volumen y densidad de los residuos y desechos sólidos en zona 4

| Tipo de Material | Volumen | Densidad |
|-------------------------|---------|----------|
| Materia Orgánica | 0.023 | 231.829 |
| Restos de Jardinería | 0.023 | 235.186 |
| Desechos Sanitarios | 0.025 | 125.693 |
| Aluminio | 0.080 | 133.401 |
| Latas | 0.025 | 39.298 |
| Botellas Plásticas | 0.197 | 33.162 |
| Papel cartón | 0.193 | 56.985 |
| Desechos no Reciclables | 0.217 | 42.736 |
| Vidrio | 0.022 | 196.338 |
| Residuos Inertes | 0.021 | 375.173 |
| Caucho | 0.020 | 127.717 |
| Tetrapack | 0.017 | 38.284 |
| Tela | 0.021 | 182.846 |
| Chatarra | 0.019 | 183.586 |
| Desechos Peligroso | 0.014 | 76.041 |



Figura 10. Entrega de costales para el almacenamiento de los desechos domiciliarios



Figura 11. Capacitación sobre la clasificación de los materiales dirigido a colaboradores en la fase de campo



Figura 12. Equipo de trabajo en fase de campo de la caracterización de desechos



Figura 13. Clasificación de desechos sólidos con reservistas



Figura 14. Participación en audiencias con autoridades comunales

PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



CONTENIDO

| | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Presentación ----- | 1 |
| Introducción----- | 2 |
| Objetivos----- | 3 |
| Marco Legal----- | 4 |
| 1. Línea de acción: Campaña de Sensibilización ----- | 8 |
| Propósito de la campaña de sensibilización----- | 9 |
| Diseño del plan de campaña de sensibilización----- | 10 |
| Diseño del plan de medios para socializar la campaña de sensibilización----- | 12 |
| 2. Línea de acción: Manejo de desechos sólidos ----- | 14 |
| Propósito del Manejo de desechos sólidos----- | 15 |
| Lineamientos para un centro de acopio de materiales reciclables----- | 16 |
| 3. Línea de acción: Optimización del sistema de recolección de los desechos sólidos ----- | 25 |
| Propósito de la optimización del sistema de recolección de los desechos----- | 26 |
| Plan de módulos de capacitación ----- | 27 |
| Diseño de calendario informativo----- | 29 |
| Diseño de un sistema de señalización para ubicación de recipientes----- | 30 |
| Diseño de ficha para evaluar la capacidad del vehículo----- | 31 |
| Diseño de ficha para mantenimiento del vehículo----- | 32 |
| Bibliografía----- | 33 |

PRESENTACIÓN

El plan de manejo integral de residuos y desechos sólidos tiene como finalidad proporcionar una guía de la administración responsable de los desechos, dirigida a los pobladores del casco urbano del municipio de Totonicapán.

El contenido está basado en tres líneas de acción que se priorizaron con la participación de las cuatro alcaldías comunales y la junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones.

Primera línea de acción: Campaña de sensibilización

Segunda línea de acción: Manejo de desechos sólidos

Tercera línea de acción: Optimización del sistema de recolección de los desechos sólidos.

El desarrollo del Plan, corresponde directamente a la corporación municipal y a las cuatro alcaldías comunales del casco urbano

INTRODUCCIÓN

En el casco urbano del municipio de Totonicapán, existen aproximadamente 4,288 viviendas, las cuales generan un estimado de 10,797.18 kilogramos al día de residuos y desechos sólidos, dato obtenido de los resultados de la caracterización.

La producción de los desechos se ha convertido en una de las problemáticas más impactantes en el área urbana de Totonicapán, provocando daños en la salud de los pobladores, pérdida de recursos naturales y la alteración del paisaje, esto se deriva a la inexistencia de una responsabilidad social referente al manejo y disposición final de los desechos.

El Plan de manejo integral de residuos y desechos sólidos, presenta una guía para fortalecer el manejo y disposición de los mismos.

Para que el plan sea funcional y se cumpla, se propone tres líneas de acción que fueron ejes principales expuestos por las cuatro alcaldías comunales del casco urbano y de la junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones, por lo que se describen en orden jerárquico.

- 1. Campaña de sensibilización**

Promoviendo la participación social referente al tema de la clasificación y el aprovechamiento de los mismos.

- 2. Manejo de los desechos.** Fortaleciendo el manejo de los desechos reciclables, exponiendo los lineamientos y condiciones para establecer un centro de acopio de materiales reciclables.

- 3. Optimización del sistema de recolección de los desechos.** Mejorando los servicios municipales de recolección y brindar una asistencia de calidad



Objetivos

- Presentar estrategias para la municipalidad, referentes al manejo y disposición final de desechos sólidos generados en el poblado urbano de Totonicapán, Totonicapán.
- Fortalecer las condiciones sanitarias, reduciendo las problemáticas ambientales y daños en la salud.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes del casco urbano del municipio de Totonicapán.

Marco Legal

Marco conceptual de un plan de manejo

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| plan de manejo integral de residuos y desechos sólidos | Base legal | Constitución Política de la República de Guatemala Código Municipal Código de Salud Política Nacional de desechos. |
| | Gestión de Residuos | Manejo adecuado de los Residuos y desechos sólidos desde el origen Recolección Clasificación de desechos Disposición final |
| | Daños a la Salud | Daños en la salud Vectores Consecuencias |
| | Impactos Ambientales | Impactos atmosféricos Impactos hídricos Impactos al suelo Impactos bióticos |
| | Aspectos Culturales | Producción per cápita |

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales 2018

Constitución Política de la República de Guatemala (Actualización Agosto, 2002 por la Corte de Constitucionalidad)

La Constitución Política de la República por ser el fundamento legal de mayor jerarquía en la legislación nacional debe considerarse artículos aplicables a la temática de manejo de desechos en Guatemala, por lo que se presentan los siguientes artículos extraídos de dicho documento:

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 el agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

Código Municipal (Decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala)

En el Código Municipal en donde se establecen las actividades de las municipalidades nacionales, se presentan los siguientes artículos aplicados al manejo de los desechos.

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: a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato. l) Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto No. 68-86 y sus reformas Decretos Nos. 75-91 y 90-2000 del Congreso de la República)

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente es la ley marco en materia ambiental a nivel nacional, su objetivo principal radica en velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente. Para lo cual establece como objetivo de la ley la creación de toda clase de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente (Artículo 12, inciso e).

Código de Salud (Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala)

Creada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, rige las bases de la normativa de salud a nivel nacional, fundamentando que el mayor riesgo provocado por una mala disposición de desechos impacta directamente a la salud de la población, se establecen los siguientes artículos en relación al manejo de los desechos.

Artículo 65. Enfermedades transmitidas por vectores. El Ministerio de Salud, en coordinación con las demás instituciones del sector que desarrollen acciones en esta área, administrará programas que promuevan la participación comunitaria para la protección del medio ambiente y la eliminación de reservorios que faciliten la proliferación de vectores que participan en la transmisión de estas enfermedades.

Política Nacional para el Manejo Integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo No. 111-2005)

Es una Política que tiene como fin primordial la participación de todos los entes de la sociedad guatemalteca, sobre el manejo integrado de los desechos y residuos



sólidos urbanos, cuya objetivo es fomentar el establecimiento de una gestión integral que sea ambientalmente sustentable, así como la introducción. El responsable del cumplimiento de esta política es la Comisión Nacional de Desechos Sólidos CONADES.

Política Marco de Gestión Ambiental (Acuerdo Gubernativo 791-2003)

El objetivo de la política es contribuir la gestión de la calidad ambiental, fomentando el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, a partir de producción limpia en los procesos productivos.

Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales (Acuerdo Gubernativo 63-2007)

Esta política considera que la protección y conservación del ambiente y los recursos naturales debe inferir en el aumento de la productividad, el crecimiento económico, ser sustentable, equitativo con la sociedad y la naturaleza para orientar el desarrollo sostenible del país.

Línea de Acción 1

Plan de Campaña de Sensibilización

PROPÓSITO

La campaña de sensibilización tiene como finalidad informar a los habitantes del casco urbano del municipio de Totonicapán, sobre el tema de la clasificación y aprovechamiento de los diferentes tipos de materiales que generan al día las viviendas, con el objetivo de mejorar la calidad de vida del poblado urbano.

El contenido de la campaña de sensibilización se basa del diseño de un plan de campaña y del diseño de un plan de medios, que establecen directrices a la municipalidad para que el plan sea funcional y efectivo.

La campaña de sensibilización tiene un plazo de tiempo estimado de siete meses, dividido en fase de preparación de dos meses y de socialización de cinco meses.

PLAN DE CAMPAÑA DE SENSIBILIZACIÓN

Institución: Municipalidad de Totonicapán.

| No | Actividad | Propósito | Responsables | Recurso Físico | Recurso Humano | Recurso Didáctico | Indicadores | Plazo |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1 | Reunión con el Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Socializar el plan de campaña de sensibilización. Promover el compromiso social | Municipalidad Comisión municipal de medio ambiente | Salón de reunión. | Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente | Mesa de diálogo Impresión del plan de campaña de sensibilización | No. de personas comprometidas | 1 mes |
| 2 | Reunión con las cuatro alcaldías comunales, junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones y Ministerio de medio ambiente y recursos naturales. | Socializar el plan de campaña de sensibilización. Promover el compromiso técnico-social Establecer la disposición de asambleas comunales para socializar la campaña | Municipalidad | Salón de reunión | Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Mesa de diálogo Plan de campaña de sensibilización | No. de personas comprometidas | 1 mes |

| | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------|
| 3 | Reunión con la comisión de medio ambiente | Contratación de servicios técnicos para el diseño de un logo que sea la imagen de la campaña | Municipalidad | Salón de reuniones | Alcalde municipal y consejo municipal | Actas | No. de personas contratadas | 1 mes |
| 3 | Capacitaciones sobre el uso correcto de las 3 R's, clasificación de los desechos y aprovechamiento de los residuos, dirigido a instituciones educativas y asambleas comunales. | Informar a la población referente al tema de la clasificación y aprovechamiento de los residuos y desechos | Municipalidad y MARN | Salón de reuniones, Cañonera, Bocina, USB laptop | Expositor técnico MARN. Director(a) de los Centros educativos del casco urbano de Totonicapán. Alcaldías Comunales del casco urbano de Totonicapán | Presentación en diapositivas y videos | No. de personas capacitadas | 3 meses |
| 4 | Reunión con la comisión de medio ambiente | Contratación de servicios técnicos para la realización de spots radiales y televisivos, que promuevan el uso de las 3 R's. | Municipalidad | Salón de reuniones | Alcalde Municipal y consejo municipal | Actas | No. de personas contratadas | 1 mes |

| | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | La forma correcta de entregar los desechos al sistema de recolección. Clasificación de los desechos | | | | | | |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|

| PLAN DE MEDIOS PARA LA CAMPAÑA DE SENSIBILIZACIÓN | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|-------|
| Institución: Municipalidad de Totonicapán. | | | | | | | | |
| Nombre del Proyecto: Sacale provecho a tus desechos | | | | | | | | |
| No | Actividad | Propósito | Responsables | Recurso Físico | Recurso Humano | Recurso Didáctico | Indicadores | Plazo |
| 1 | Reunión con el Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Identificar medios de comunicación que son aliados y los posibles aliados | Municipalidad | Salón de reunión. | Alcalde municipal y comisión de medio ambiente | Mesa de diálogo | No. de medios de comunicación identificados | 1 mes |
| 2 | Reunión de la comisión municipal de medio ambiente juntos a los medios de | Promover la participación y responsabilidad social | Municipalidad | Salón de reunión | La comisión municipal de medio ambiente. | Mesa de diálogo | No. de medios de comunicación comprometidos | 1 mes |

| | | | | | | | | |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|
| | comunicación identificados | | | | | | | |
| 3 | Reunión de la comisión municipal de medio ambiente juntos a los medios de comunicación aliados | <p>Presentación de Spots radiales, televisivos posters digitales Para que los medios de comunicación lo compartan a la población.</p> <p>Establecer entrevistas con los medios de comunicación sobre la importancia de los temas que contiene la campaña de sensibilización</p> | Municipalidad | Salón de reuniones | Alcalde municipal y consejo municipal | <p>Presentación en diapositivas y videos</p> <p>Lista de asistencia Actas</p> | No. medios de comunicación asistidos | 1 mes |
| 4 | Presentación de spots radiales, televisivos y posters a la población | Promover la campaña de sensibilización | Municipalidad | | Medios de Comunicación | Spots, Entrevistas | No. de personas informadas a través del contador de cada medio | 2 meses |

Línea de Acción 2

Manejo de los desechos

**Centro de acopio para
materiales reciclables**

PROPÓSITO

El manejo de los desechos tiene como propósito la reducción de los mismos desde la generación hasta la disposición final, con medidas de gestión primarias como los son: reducir, reutilizar y Reciclar.

La proyección de la línea de acción “Manejo de los desechos” se basa en el siguiente contenido:

1. Aspectos a Considerar antes de establecer un centro de acopio de desechos reciclables
2. Lineamientos para establecer un centro de acopio
3. Un plan de actividades previas a desarrollarse un centro de acopio
4. Un plan de operación y mantenimiento del dentro de acopio
5. Un listado de empresas dedicadas al reciclaje

La línea de acción se proyecta a largo plazo y establece una guía con la finalidad de despertar interés en los pobladores, para que clasifiquen los desechos que generan y así contribuir a mejorar la calidad ambiental.

Aspectos a considerar

| No | Contenido |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Indagar con las empresas que manejan el reciclaje en el país y sus vías de recolección, así como sus rutas de acceso en el municipio de Totonicapán, requisitos para el reciclaje, límite de cantidades de materiales, precio de los materiales, transporte. |
| 2 | Contactar a la única empresa en Guatemala que compra el vidrio VIGUA o VICAL, la cual establece una logística de recolección y compra |
| 3 | El plástico PET, tiene una característica importante para la comprar y venta y este se vende por pacas, así que es necesario la compra de una compactadora. |
| 4 | Vinculación con empresas que reciclan papel, y la realización de campañas de recolección de este material |
| 5 | Posterior a las investigaciones y vinculaciones de empresas dedicadas al reciclaje, es fundamental la ubicación y construcción de un centro de acopio para el almacenamiento temporal de todos los materiales a comercializar, la temporalidad dependerá de las cantidades de materiales a vender y trasladar para que el centro de acopio sea sustentable. |

Lineamientos para establecer un centro de acopio de materiales reciclables

Para una disposición final de desechos es importante considerar los siguientes lineamientos:

- ✓ El sistema para la disposición final debe constituirse con una base técnica, social, ambiental, económica y viable en el municipio.
- ✓ Para la viabilidad del sistema se debe considerar los aspectos legales, financieros y el tiempo de duración del proyecto, estableciendo para ello:

- **La elección del sitio**

El sitio debe ser apropiado para cumplir con las condiciones de un centro de acopio de materiales reciclables.

- **El diseño y construcción de un centro de acopio**

Para el diseño del centro de acopio es importante tener en cuenta los resultados de la caracterización ya que indica que el espacio que ocupa los materiales reciclables al día es 50.4355 m³

- **Planificación de las actividades previas a desarrollar para un centro de acopio**
- **Planificación de Operación y funcionalidad del centro de acopio**
- **Planificación de actividades de mantenimiento del centro de acopio**

Por lo establecido anteriormente se debe considerar la siguiente información básica de generación de desechos en área urbana:

- Cuantificación y composición de los desechos a tratar
- Área o terrenos disponibles para la ubicación del centro de acopio
- El uso futuro del terreno una vez terminada su vida útil
- Recursos para su operación y mantenimiento
- Asistencia profesional
- Elaboración de un estudio de prefactibilidad y factibilidad del proyecto
- Estudio de evaluación de impacto ambiental



| PLAN DE ACTIVIDADES PREVIAS A DESALLORAR PARA ESTABLECER UN CENTRO DE ACOPIO | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|
| Institución: Municipalidad de Totonicapán. | | | | | | | | |
| Nombre del Proyecto: Centro de Acopio de materiales reciclables | | | | | | | | |
| No | Actividad | Propósito | Responsables | Recurso Físico | Recurso Humano | Recurso Didáctico | Indicadores | Plazo |
| 1 | Reunión con el Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Socializar el plan de actividades previas a desarrollar para un centro de acopio | Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería en Gestión Ambiental Local Municipalidad | Salón de reunión. | Epesista | Mesa de diálogo Impresión del plan de actividades Listado de asistencia Actas | No. de personas comprometidas | 1 mes |
| 2 | Reunión con las cuatro alcaldías comunales, junta directiva de bienes y recursos naturales de 48 cantones y Ministerio de medio ambiente y recursos naturales. | Socializar el plan de actividades previas a desarrollar para un centro de acopio. Promover el compromiso técnico-social | Municipalidad | Salón de reunión | Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Mesa de diálogo Impresión del plan de actividades Listado de asistencia Actas | No. de personas comprometidas | 1 mes |

| | | | | | | | | |
|---|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|
| 3 | Reunión con la comisión municipal de medio ambiente. | <p>Identificar áreas o terrenos disponibles para la ubicación del centro de acopio.</p> <p>Contratación de servicios técnicos para la realización del diseño del centro de acopio.</p> <p>Contratación de servicios técnicos para la elaboración de los estudios de prefactibilidad y factibilidad</p> <p>Contratación de servicios técnicos para la realización de la</p> | Municipalidad | Salón de reuniones, Cañonera, Bocina, USB laptop | Alcalde municipal y su consejo | <p>Presentación en diapositivas y videos</p> <p>Listado de asistencia</p> <p>Actas</p> | No. de personas asistidas | 5 meses |
|---|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|

| | | | | | | | | |
|---|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|---------|
| | | <p>Evaluación de impacto ambiental</p> <p>Cotización de materiales y recurso humano para la construcción del centro de acopio</p> | | | | | | |
| 4 | Reunión con la comisión municipal de medio ambiente. | Vinculaciones con empresas dedicadas al reciclaje | <p>Municipalidad</p> <p>Comisión municipal de medio ambiente</p> | <p>Salón de reuniones</p> <p>Celular</p> <p>Laptop</p> | Alcalde municipal y su consejo | Listado telefónico de empresas dedicadas al reciclaje. | No. de empresas contactadas | 4 meses |



| PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN CENTRO DE ACOPIO | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|
| Institución: Municipalidad de Toticapán. | | | | | | | | |
| Nombre del Proyecto: Centro de Acopio de materiales reciclables | | | | | | | | |
| No | Actividad | Propósito | Responsables | Recurso Físico | Recurso Humano | Recurso Didáctico | Indicadores | Plazo |
| 1 | Reunión con el Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Establecer el reglamento interno del centro de acopio de materiales reciclables | Municipalidad Comisión municipal de medio ambiente | Salón de reunión. | Alcalde municipal, y su consejo | Mesa de diálogo Impresión del plan de operación Listado de asistencia Actas | Reglamento interno | 4 meses |
| 2 | Reunión con el Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Cotización y compra de maquinaria y suministros para abastecer el centro de acopio | Municipalidad | Salón de reunión. | Alcalde municipal, y su consejo | Mesa de diálogo Acta | Inventario de suministros y maquinaria | 5 meses |
| 3 | Reunión con el Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Selección y contratación del personal administrativo y operario para la funcionalidad del centro | Municipalidad | Salón de reunión | Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Mesa de diálogo Listado de asistencia Actas | No. de personas contratadas | 2 meses |

| | | | | | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------|
| 4. | Reunión con el Alcalde municipal, y la comisión municipal de medio ambiente. | Selección y contratación de servicios profesionales para impartir capacitaciones al personal administrativo y operario | Municipalidad | Salón de reuniones | Alcalde municipal y su consejo | Listado de asistencia Actas | No. de personas contratadas | 1 mes |
| 4 | Capacitación dirigido al personal del sistema de recolección de desechos y al personal administrativo y operario del centro de acopio | Informar y capacitar al personal del sistema de recolección y al personal administrativo y operario del centro de acopio referente a los siguientes temas: Reglamento interno del centro de acopio | Municipalidad | Salón de reuniones, Cañonera, Bocina, USB laptop | Expositor profesional | Presentación en diapositivas y videos Listado de asistencia Actas | No. de personas asistidas | 4 meses |



| | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | <p>Recolección correcta de los desechos.</p> <p>Recepción de los materiales reciclables</p> <p>Clasificación y costos de los materiales</p> <p>Compactación, embalaje y empaquetado de los materiales.</p> <p>Transporte de los materiales</p> <p>Despacho de los materiales a las empresas recicladoras.</p> | | | | | | |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|

| Lista de empresas de reciclaje | | | |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| INTERNACIONAL DE FIBRAS, S.A. | Descripción: Papel, Desperdicios de Papel, Cartón, Plástico. INTERFISA tiene algunos centros de reciclaje en otras partes del país. | Dirección: CARRETERA AL ATLÁNTICO KM 14 Z-17 COL RODRIGUITO Guatemala, Guatemala | 2261 5593 al 95 Correo: info@intervisa.com.gt |
| RECICLADOS DE OCCIDENTE | Descripción: Reciclaje de papel: Bond, periódico. Plástico: Pet, nylon, sillas, mesas. Chatarra de: CPU, laptop, computadoras, tarjeta electrónica, aparatos electrónicos. Aluminio, bronce, cobre, batería, radiografía. | Dirección: 7a. avenida 15-40 zona 5, Las Rosas, Quetzaltenango. | 53178901 |
| Reciclaje Vical, Grupo Vidriero Centroamericano. | PLASTICO, NYLON, TETRAPAK, METALES, CARTON, PAPEL, TARJETAS ELECTRONICAS, VIDRIO. | Avenida Petapa 48-01 zona 12 | Contacto: Tel. 2422 6401 www.grupovical.com reciclaje@grupovical.com |
| Sicasa (VICAL) | Vidrio | Ave. Petapa 48-01 Z. 12 | 2479-2644/2479-2645 |
| Reciclados de C.A. | Envases, cajillas de envases, tapones de garrafones de agua pura | Ave. Petapa y 56 Calle Z. 12 | 2326-5688 |
| Reciclaje San Francisco | Cajillas, bolsas grandes, papel, cobre, aluminio, cajas plásticas de gaseosas, latón y hierro | 7a Ave. 30-80 Z. 3 Guatemala | 2475-4654 / 2718-0773 |

Línea de acción 3

Optimización del sistema de recolección de desechos

PROPÓSITO

La línea de acción “optimización del sistema de recolección de desechos”, tiene como propósito mejorar la calidad servicio de recolección de desechos a nivel casco urbano del municipio de Totonicapán.

El desarrollo de esta línea de acción se basa en cinco estrategias las cuales se son:

1. **Un plan de módulos de capacitación** dirigido al personal operativo del sistema de recolección, se divide en dos módulos importantes los cuales son: Técnicas de recolección de desechos y salud-seguridad ocupacional, con la finalidad de optimizar el trabajo de los recolectores.
2. **Diseño de calendario informativo**, con la finalidad de informar a los pobladores del casco urbano la funcionalidad del sistema de recolección y crear un ambiente de confianza.
3. **Diseño de un sistema de señalización para ubicación de recipientes**, con el propósito de mejorar las condiciones de ornato en el casco urbano y promover la cultura de la clasificación de los desechos.
4. **Diseño de ficha para evaluar la capacidad del vehículo**, con el objetivo principal de no sobrecargar el vehículo que se encarga de la recolección de los desechos y evitar riesgos de accidentes.
5. **Diseño de ficha para mantenimiento del vehículo**, con el fin de llevar un control e historial de registro sobre el manteamiento del vehículo que se utiliza para la recolección de desechos, y así mejorar el rendimiento del mismo.

PLAN DE MODULOS DE CAPACITACIÓN

Institución: Municipalidad de Totonicapán.

Dirigido al personal del sistema de recolección de desechos

| No | Actividad | Propósito | Responsables | Recurso Físico | Recurso Humano | Recurso Didáctico | Indicadores | Plazo |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|
| 1 | Reunión con el Alcalde municipal, y las oficinas de Recursos humanos y servicios públicos | Socializar el plan de módulos de capacitación. Sugerir la contratación de un profesional para el abordaje de los temas. Establecer los meses y días de capacitación | Municipalidad Recursos humanos y servicios públicos | Salón de reunión. | Alcalde municipal Coordinador de la oficina de recursos humanos y servicios públicos | Mesa de diálogo Plan de módulos de capacitación Control de asistencia | No. de personas informadas | 1 mes |
| 2 | Reunión con el personal del sistema de recolección de desechos | Socializar el plan de módulos de capacitación, Indicar los días de capacitación | Municipalidad | Salón de reunión | Coordinador de la oficina de recursos humanos y servicios públicos | Mesa de diálogo Presentación en diapositivas | No. de personas comprometidas | 1 mes |

| | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------|
| 3 | Modulo I. Técnicas de recolección de desechos | Capacitar al personal del sistema de recolección, referente a las técnicas de recolección. | Municipalidad | Salón de reuniones, Cañonera, Bocina, USB laptop | Expositor técnico Personal del sistema de recolección | Presentación en diapositivas y videos | No. de personas capacitadas | 1 mes |
| 4 | Módulo II. Seguridad y Salud Ocupacional | Capacitar al personal del sistema de recolección, referente a las medidas que se deben de utilizar durante la recolección de desechos | Municipalidad | Salón de reuniones, Cañonera, Bocina, USB laptop | Expositor técnico Personal del sistema de recolección | Presentación en diapositivas y videos | No. de personas capacitadas | 1 mes |

Diseño de calendario informativo

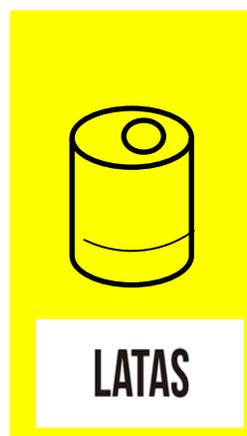
El calendario informativo del sistema de recolección de desechos tiene como propósito dar a conocer a la población del casco urbano el funcionamiento y las tarifas que cubre el servicio.

| Calendario informativo del sistema de recolección de desechos (Tren de Aseo) | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Días que se recolectan los desechos | Zonas | Horario | | Clasificación de los residuos y desechos sólidos |
| | | | | Es obligatorio entregar los residuos y desechos al recolector debidamente clasificados. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Diseño de un sistema de señalización para ubicación de recipientes

El sistema de señalización recipientes para disponer de los desechos, debe estar ubicada en lugares estratégicos donde se concentra la población, como por ejemplo: la municipalidad, parques públicos, iglesias, centros educativos, canchas deportivas entre otros.

Es importante que los recipientes cuenten con la gráfica, color y nombre correspondiente a cada grupo de material a clasificar.



Diseño de ficha para evaluar la capacidad del vehículo

Ficha técnica del vehículo que se utiliza para la recolección de desechos a nivel domiciliario

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Marca | HYUNDAI |
| Modelo | HD78 |
| Categoría | N2 |
| Motor | Hyundai D4GA15 (electrónico euro IV) |
| Carrocería de fabrica | Chasis cabinado + tacógrafo digital |
| Formula rodante | 4X2 |
| País de Origen | Corea del Sur |
| Pesos | |
| Peso bruto vehicular (kg) | 7,800 |
| Capacidad del eje delantero (kg) | 3,100 |
| Capacidad del eje posterior (kg) | 4,700 |
| Peso neto vehicular (kg) | 2,755 |
| Capacidad de carga bruta (kg) | 5,045 |

Esta ficha permite informar referente a la capacidad de carga del vehículo y no exceder la carga cuando se esté en ruta ya que puede provocar accidentes o fallos en el vehículo.

Diseño de ficha para mantenimiento del vehículo

Registro de mantenimiento de vehículo

| | |
|--------|----------------------|
| Marca | <input type="text"/> |
| Modelo | <input type="text"/> |
| Año | <input type="text"/> |
| Motor | <input type="text"/> |

| Fecha de Servicio | Kilometraje al momento | Tipo de servicio realizado | Nombre del mecánico que realizo el servicio | Costo | Observación |
|-------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|-------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Esta ficha es una guía para facilitar el control del mantenimiento del vehículo que se utiliza para la recolección de los desechos

El mantenimiento de un vehículo se realiza cada 5, 10, 20, 30, 40, 50 y 100 mil kilómetros, sin importar el modelo o la marca del carro.

Los niveles de aceite, frenos, agua, hidráulico, diferencial y caja de velocidades deben revisarse cada 10 mil kilómetros.

Y a cada 20 mil kilómetros, es obligatorio realizar alineación y balanceo a las llantas de un vehículo. Si el vehículo ha chocado o las llantas han sufrido golpes, es necesario revisarlas.

Bibliografía

1. Congreso de la República de Guatemala (2002) .*Código Municipal [Decreto 12/2002]*..Obtenido.en:https://conred.gob.gt/site/documentos/base_legal/codigo_municipal_12-2002.pdf
2. Congreso de la República de Guatemala. (1986) *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente [Decreto 68-86]*. Obtenido en:https://www.preventionweb.net/files/27701_gtleyproteccionmedioambiente6886%5B1%5D.pdf
3. Congreso de la República de Guatemala (2007). *Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales [Acuerdo Gubernativo 63-2007]*. Obtenido en: http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Pol%C3%ADtica%20Conservaci%C3%B3n,%20protecci%C3%B3n%20del%20Ambiente%20y%20recursos%20naturales.pdf
4. Congreso de la República de Guatemala (2003). *Política Marco de Gestión Ambiental.[Acuerdo.Gubernativo.791-2003]*.Obtenido.en:<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gua61840.pdf>

- 
5. Congreso de la República de Guatemala (2005). *Política Nacional para el Manejo Integral de los residuos y desechos sólidos [Acuerdo Gubernativo No.111-2005]*. Obtenido en :
[.gt/Multimedios/59.pdf](#)
 6. Hyundai (1978). *Hyundai HD78, camiones y buses*. Obtenido en :
<https://www.hyundaicamiones.pe/hd-78/>
 7. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) (2015). *Guía de Gráficas de tipo de materiales*. Obtenido en: [https://
Guiadelasgráficasdeltipodemateriales.marn.gob.gt](https://Guiadelasgráficasdeltipodemateriales.marn.gob.gt)
 8. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) (2017). *Guía del manejo de los desechos*. Obtenido en: [https://
Guiadelmanejodelosdesechos.marn.gob.gt](https://Guiadelmanejodelosdesechos.marn.gob.gt)
 9. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) (2018). Base legal para un plan de manejo de desechos. Obtenido en .
<http://www.marn.gob.gt>

05 de noviembre del 2019

Msc. Karen Rebeca Pérez
Coordinadora
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Suroccidente

Por medio de la presente yo Mirna José Dardón Paz identificado con CUI 2699560851104, estudiante de la carrera profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental Local de esta prestigiosa universidad me presento ante Ud. con el debido respeto y expongo:

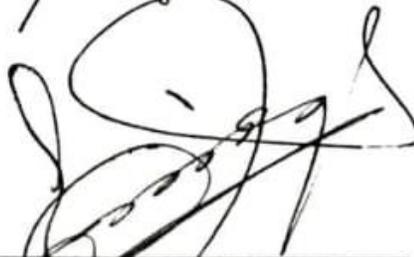
Solicito se asigne revisor para mi informe final de investigación inferencial cuyo título es: **"CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS POR LAS VIVIENDAS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN."** realizado en el Ejercicio Profesional Supervisado durante el período del 15 de febrero al 15 de agosto de 2019 y asesorado por el Ing. Agro. Celso González, el mismo para ser presentado como Trabajo de Graduación.

Esperando se acceda a mi petición con la brevedad posible por cumplir con los requisitos que el normativo de Trabajo de Graduación de Ingeniería en Gestión Ambiental Local me pide, me despido.

Atentamente,



Mirna José Dardón Paz
Carné 201441285



Ing. Agr. Celso González
Supervisor de EPS
Vo.Bo.,

Karen Rebeca Pérez
05/nov/19



INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL LOCAL
CONSEJO CUNSUROCC USAC

Mazatenango 21 de noviembre 2019

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Sur Occidente

Estimada MSc. Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9 del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observación de la investigación "Caracterización de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán", presentada por la estudiante: **MIRNA JOSÉ DARDÓN PAZ**, quien se identifica con CUI 2699 56085 1104 Y número de carné 201441285-.

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

Con altas muestras de estima y respeto.

Atentamente



Inga. Agra. Mirna Lucrecia Vela
Revisora de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Mazatenango 12 de febrero 2020

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "**Caracterización de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicápán**", de la estudiante **Mirna José Dardón Paz** con carné número **201441285**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

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

Sin otro particular



MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC



Mazatenango Suchitepéquez 12 de febrero del 2,020

Señores
Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Señores.

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el Trabajo de Graduación titulado: **“Caracterización de residuos y desechos sólidos generados en las viviendas del casco urbano del municipio de Totonicapán”**.

Trabajo presentado como requisito previo para el título de Ingeniería en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el Trabajo de Graduación merezca su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente

Mirna José Dardón Paz
201441285

