

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL
AREA URBANA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE COLOMBA COSTA
CUCA, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LAS AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR: NORMÁN TOSCANÍ CHÁVEZ MAYÉN

Previo a conferírsele el título de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

QUETZALTENANGO, NOVIEMBRE DEL 2023

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

AUTORIDADES

Rector Magnífico: M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

Secretario General: LIC. LUIS FERNANDO CORDÓN LUCERO

CONSEJO DIRECTIVO:

Director General y presidente del Consejo

Directivo: Dr. César Haroldo Milián Requena

Secretario Administrativo y de Consejo

Directivo: Lic. José Edmundo Maldonado Mazariegos

REPRESENTANTE DE LOS DOCENTES

MSC. Edelma Cándido Monzón López

MSC Elmer Raúl Bethancourt Mérida

REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES

Br. Aleyda Trinidad de León Paxtor de Rodas

BR. José Antonio Gramajo Martir

REPRESENTANTE DE EGRESADOS

Lic. Víctor Lawrence Díaz Herrera

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Hugo Leonel Rodríguez Loarca

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

Ing. Agr. Jesús de León Wannam

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

PRESIDENTE:

Ing. Hugo Leonel Rodríguez Loarca

EXAMINADORES:

Ing. Agr. MSc. Juan Alfredo Bolaños
Ing. Agr. Msc Julio López Valdez
Ing. Agr. Wiliam Alberto Villatoro Palacios

SECRETARIO:

Ing. Agr. Jesús de León Wannam

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Hugo Leonel Rodríguez Loarca

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

Ing. Agr. Jesús de León Wannam

Nota: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de graduación”. (Artículo 31 del reglamento para Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente y Artículo 13 de la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala)

Quetzaltenango, Guatemala 2023



Quetzaltenango 16 de marzo de 2023

Ingeniero Hugo Leonel Rodríguez Loarca
Director de la División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente

Respetable Ingeniero:

Me dirijo a usted para informarle que he cumplido con mi calidad de ASESOR del trabajo de graduación del estudiante **Normán Toscaní Chávez Mayén**, con registro académico **201631493** quien elaboró la investigación titulada:

ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL AREA URBANA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO

Al respecto, manifiesto que dicho trabajo ha sido concluido satisfactoriamente, y considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local del Centro Universitario de Occidente, por lo que recomiendo su publicación.

Atentamente

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jesús", is written over the typed name. The signature is stylized with a large initial 'J' and a long horizontal stroke.

M.Sc. Jesús de León Wannam
Asesor



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Quetzaltenango 04 de Agosto de 2023.

Ing. Agr.
Hugo Rodríguez Loarca
Director División Ciencia y Tecnología
Edificio.

Atentamente me dirijo a usted, para informarle que, en atención al nombramiento recibido por medio del oficio GAL08-2023 de fecha 17 de Abril de 2023, he concluido la revisión del trabajo de investigación del estudiante Norman Toscani Chávez Mayen , el cual lleva como título:

**“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL
ÁREA URBANA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE COLOMBA COSTA
CUCA, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO”**

Al respecto me permito informarle que dicho trabajo cumple satisfactoriamente con los requisitos de investigación establecidos por la universidad de San Carlos de Guatemala y de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, motivo por el cual recomiendo su publicación, considerando que esta investigación constituye un importante aporte para la búsqueda de soluciones a la problemática relacionada con la gestión de residuos sólidos del municipio de Colomba Costa Cuca.-----

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Julio A. López Valdez", written over a circular stamp or seal.

Ing. Agr. MSc. Julio A. López Valdez
Colegiado 1,534



REVISOR



Quetzaltenango, Guatemala, febrero de 2,022

Honorable Consejo Directivo

Honorables Autoridades de la División de Ciencia y Tecnología

Honorable Mesa del Acto de Graduación de Juramentación

De conformidad con las normas que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del reglamento general de evaluación y promoción del estudiante del Centro Universitario de Occidente; tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL
AREA URBANA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE COLOMBA COSTA
CUCA, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO”**

Como requisito para optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciado.

Esperando la aprobación del documento y agradeciendo de antemano la atención a la presente.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Normán Toscaní Chávez Mayén

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE**

GRADUACIÓN No. 013-GAL-2023 de fecha dieciocho de octubre del

año dos mil veintitrés del (la) estudiante: **Norman Toscani Chávez Mavén**

con Carné No. 3371 10808 0920 Registro Académico No. 201631493 emitida por el

Coordinador de la Carrera de GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL, por lo que se **AUTORIZA LA**

IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN titulado:

“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL AREA URBANA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO.”

Quetzaltenango, 27 de octubre de 2023.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DIRECCIÓN
QUETZALTENANGO

Ing. Agr. Hugo Leonel Rodríguez Loarca
Director de División de Ciencia y Tecnología

/VSGdeG.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Por enseñarme el significado de perseverancia, apoyo y coraje.

A MIS HERMANOS:

Por su cariño y apoyo incondicional.

A MIS AMIGOS:

Por todas las experiencias compartidas, durante estos años de universidad llenos de risas, enojos y logros.

A MI AMIGA:

Por su cariño, comprensión, confianza y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

- A LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Agradezco a mi alma máter, que me ha enseñado que con esfuerzo y perseverancia los sueños se cumplen.
- A MIS CATEDRÁTICOS:** Por ser pilares de formación intelectual y profesional a lo largo de mi vida universitaria.
- A MI ASESOR:** Por su tiempo, paciencia, y constancia durante este largo proceso.
- A MIS EVALUADORES Y REVISOR DE TESIS** Por su contribución de conocimiento y arduo empeño con el objetivo de mejora mi crecimiento académico.
- A MIS PADRINOS:** A quienes admiro por ser profesionales y personas de gran valor no solo por sus logros académicos si no por su impacto social a la comunidad.
- AL MUNICIPIO DE COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO.** Por brindarme la oportunidad de aportar conocimientos y aprender muchos más.

**“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN EL
AREA URBANA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE COLOMBA COSTA
CUCA, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO”**

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación de la investigación	5
1.4. Objetivo.....	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivo específico.....	6
1.5. Hipótesis	7
2. MARCO TEORICO.....	8
2.1 Residuos sólidos.....	8
2.1.1. Clasificación de los residuos sólidos según su origen.....	8
a) Residuos sólidos municipales	8
b) Residuos sólidos domiciliarios.....	8
2.2. Clasificación de los residuos sólidos según su composición.....	8
2.2.1. Residuos orgánicos.....	8
2.2.2. Residuos inorgánicos.....	9
2.2.3. Residuos de manejo especial.....	9
2.3. Impactos de los residuos sólidos en el medio ambiente	9
2.3.1. Contaminación del recurso hídrico	9
2.3.2. Contaminación del suelo	10
2.3.3. Contaminación atmosférica.....	10
2.3.4. Contaminación visual.....	10
2.4. Manejo de los residuos sólidos	10
2.4.1. Etapas del manejo de los residuos sólidos.	11
2.4.2. Logística y administración del manejo de los residuos sólidos.	11
2.4.3. Generación de los residuos sólidos.	11
2.4.4. Almacenamiento de residuos sólidos	11
2.4.5. Recolección de residuos sólidos.....	11

2.4.6. Transporte de residuos sólidos.....	12
2.4.7. Tratamiento	12
2.4.8. Incineración.....	13
2.4.9. Compostaje.....	13
2.4.10. Reciclaje	13
2.4.11. Disposición final	13
2.5. Residuos sólidos y su relación con la salud.....	14
2.6. Manejo óptimo del manejo de los residuos sólidos.....	14
2.7. Beneficios de un manejo óptimo de los residuos sólidos.....	14
2.8. Marco legal del manejo de los residuos sólidos.....	15
2.8.1 Constitución de la República Artículo 97. Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico.....	15
2.8.2 Código municipal.....	15
2.8.3 Código de salud.....	16
2.9. Marco político del manejo de los residuos sólidos en Guatemala.....	17
2.10. Indicadores ambientales de residuos sólidos	17
2.10.1 Producción perca pita.....	18
2.10.2. Composición de los residuos sólidos	19
2.10.3. Cobertura de recolección de residuos sólidos (RSD).....	19
2.10.4. Prueba de densidad o peso volumétrico (kg/m ³).....	20
2.10.5. Fórmula para el cálculo del volumen del recipiente a utilizar.....	20
2.10.6. Fórmula para el cálculo porcentual de cada tipo de residuos.....	20
3 MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1. Definición del método de investigación	21
3.2. Contexto espacial y temporal.....	22
3.3. Dimensión cuantitativa	23
3.3.1. Población y muestra.....	23
3.3.2. Variables: definición conceptual, operacional e instrumental	24
3.3.3. Técnicas e instrumentos para la recopilación de datos. Validez de los instrumentos de investigación.....	24
3.3.4. Fuentes de información.....	31

3.3.5. Técnicas para el análisis de datos.....	31
3.3.6. Caracterización de residuos solidos	32
3.3.7. Elaboración de mapas temáticos y análisis geoespacial:	32
3.4. Dimensión cualitativa	32
3.4.1. Categoría de análisis.....	32
a) Definición conceptual	32
b) Subcategoría de análisis.....	33
c) Fuentes de información	33
d) Técnicas e instrumentos para la recopilación de data. Validez de los instrumentos de la investigación.....	33
4 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
4.1 Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios generados en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.....	38
4.2 Densidad de residuos sólidos domiciliarios.	38
4.3 Composición de residuos sólidos domiciliarios	39
4.4. Producción per cápita (PPC) de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca	41
4.5 Situación actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios que la población y la municipalidad realiza	42
4.5.1 Manejo de los residuos sólidos domiciliarios a nivel municipal.	42
4.5.1.1 Aspectos organizativos y administrativos de la municipalidad.....	42
4.5.1.1.1. Personal que intervienen en el manejo.....	42
4.5.1.1.2 Aspectos técnicos y operativos.....	44
4.5.1.1.2.1 Infraestructura y maquinaria	44
4.6 Recolección y transporte.....	44
4.7 Tratamiento y disposición final	45
4.8 Aspectos financieros	45
4.8.1 Ingresos por operación.....	45
4.9. Cobertura de recolección.	46
4.10 Manejo de residuos sólidos a nivel domiciliario.....	47
4.10.1 Percepción de la calidad del servicio de recolección de residuos	48

4.10.2 Adquisición del servicio de recolección de residuos, de los usuarios que no cuentan con el servicio.	48
4.11 Almacenamiento.	49
4.12 Clasificación y Reutilización.	49
4.13 Reciclaje.....	50
4.14 Disposición final.....	51
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
6. CONCLUSIONES	54
7. RECOMENDACIONES.....	55
8. PROPUESTA	57
9. BIBLIOGRAFÍA.....	75
10. ANEXO.....	79

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Definición conceptual, operacional e instrumental de las variables.	26
Cuadro 2 Operacionalización de la subcategoría de análisis.....	35
Cuadro 3 Densidad de Residuos Sólidos Domiciliares.	38
Cuadro 4 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios.....	39
Cuadro 5 Estimación de generación per cápita en (día/semana).	42
Cuadro 6 Puestos y funciones de personal del tren de aseo.	43
Cuadro 7 Gastos operacionales del servicio de tren de aseo.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición porcentual de los residuos sólidos domiciliarios reciclables y no reciclables.	40
Figura 2. Porcentaje de los domicilios con servicio de recolección de la muestra de 101...47	
Figura 3. Porcentajes de la percepción del servicio.....	48
Figura 4. Porcentaje de la población que realiza clasificación y reutilización de los residuos sólidos.....	49
Figura 5. Porcentaje de la población que recicla los residuos sólidos.....	50
Figura 6. Categorías porcentuales de disposición final de la población sin cobertura del servicio de recolección.	52
Figura 7. Área del casco urbano de Colomba Costa Cuca.	79
Figura 8. Mapa de rutas de recolección de residuos sólidos.	80
Figura 9. Mapa de distancia y ubicación del vertedero municipal de Colomba Costa Cuca.	81
Figura 10. Mapa de viviendas muestreadas del área urbana.	82
Figura 11. Método de cuarteo de residuos sólidos	93
Figura 12. Organigrama de la municipalidad de Colomba Costa Cuca.	94
Figura 13. Organigrama de la oficina de tren de aseo.	94

RESUMEN

En la presente investigación, se realizó un análisis de la situación actual de la generación y manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.

En el planteamiento del problema se identificó la falta de cobertura en la recolección de residuos sólidos domiciliarios, el cobro establecido en función de lo que consideren pagar los usuarios, ineficiencia en la separación de los residuos sólidos, ya que no se clasifican estos y tampoco se le da un adecuado tratamiento y la disposición final se realiza a través de un botadero sin condiciones adecuadas por lo que el objetivo de la investigación fue analizar el manejo de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, con la finalidad de elaborar una propuesta para su manejo. La investigación se realizó mediante el enfoque mixto; Desde la perspectiva cuantitativa, el método fue no experimental, descriptivo y transversal recopiló la información por medio de una encuesta a una muestra representativa de 101 viviendas. La muestra de residuos sólidos de origen domiciliar recolectada, fue pesada y se aplicó el método de cuarteo para realizar la caracterización respectiva.

Según los resultados obtenidos, se determinó que diariamente se generan 0.419 kg por habitante al día, de residuos sólidos de origen domiciliar este se encuentra compuesto de un 46% de residuos materia orgánica.

Se concluyó que en el área urbana de la cabecera municipal no posee ningún plan y manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios, por lo que solo el 61.39% cuenta con el servicio de tren de aseo municipal y un 38.61% de los domicilios muestreados no cuenta con este servicio de recolección, por esta situación optan por disponer a su manera de los residuos.

Se recomendó a las autoridades municipales tomar la decisión de implementar un manejo técnico de los residuos sólidos del casco urbano de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca y que para ello se asesoren de apoyo técnico profesional para su implementación y ejecución. La planificación para el manejo técnico debe de basarse en los resultados de esta

investigación, tomando en cuenta la producción per cápita de residuos que se generan al día, en la cual el mayor porcentaje de composición es de tipo orgánico.

De acuerdo con la información generada a partir del análisis de los residuos sólidos domiciliarios y resultados de este estudio, se propuso un plan para la separación de los residuos sólidos domiciliarios, de tipo orgánico, del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, con el objetivo de fomentar en los vecinos la separación de los residuos sólidos.

Palabras claves: Residuos sólidos, cobertura de recolección, producción per cápita, separación, domicilio, manejo de residuos sólidos.

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre ha utilizado diversos bienes para satisfacer sus necesidades; en épocas primitivas, estos eran desechados e incorporados al ambiente por procesos naturales, produciendo su reciclaje a través de los ciclos biogeoquímicos. Con el pasar del tiempo se generaron materiales cuya degradación natural fue mucho más lenta, acumulándose en las zonas de asentamiento humano y principalmente en las ciudades y urbes, lo que promovió la necesidad de generar un manejo de los residuos sólidos domiciliarios.

Hoy en día la mayoría de los productos son desechados indiscriminadamente y el volumen de consumo ha aumentado considerablemente, tanto por el crecimiento poblacional, como por la predominancia del sistema capitalista, la globalización de la producción y el comercio, generando grandes problemas para su disposición final. En consecuencia, se produce la contaminación ambiental, principalmente de los sistemas hídrico, edáfico y atmosférico (Romero y Colina, 2009).

Los residuos sólidos, son materiales que regularmente son desechados tras su vida útil, y que, por lo general, por sí solos carecen de valor económico, a menos que pasen por un proceso de transformación. El análisis del manejo de los residuos sólidos es básico para reducir el impacto del hombre en el medio ambiente y proveer un ambiente más sano y ecológicamente equilibrado.

En la presente investigación, se abordó el tema de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, con este propósito se identificó la situación actual, domiciliar y municipal, donde se contemplaron las distintas etapas del recorrido de los residuos sólidos.

De los resultados se elaboró una propuesta para el manejo de estos residuos, la cual contiene el manejo que se debe realizar en los domicilios ubicados en el casco urbano y el que debe efectuar la municipalidad de Colomba Costa Cuca (manejo municipal). Además, con los datos recopilados, se estableció una línea base sobre el manejo de residuos sólidos domiciliarios, misma que podrá ser actualizada posteriormente y ser utilizada por otras entidades para la formulación de sus propias propuestas de mejora. El estudio fue de enfoque mixto, ya que se encuentra conformado por variables y categoría de análisis en el manejo de

los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca.

1.1 Antecedentes

Con la finalidad de aprovechar los aportes de estudios previos relacionados con el tema de investigación, se desarrolla una recapitulación de los mismos, de los cuales resaltan los elaborados por estudiantes de la carrera de ingeniería en gestión ambiental local. Dichas investigaciones fueron relevantes, ya que brindaron una orientación teórica y metodológica para la implementación del estudio y análisis de los resultados.

De acuerdo a la revisión documental de artículos científicos realizada en América latina y el caribe, se destaca la elaborada por (Sáez & Urdaneta, (2014) la cual lleva por título **“Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe”**, en la que se indica que a nivel mundial, especialmente en las grandes ciudades de los países de América Latina y el Caribe, el manejo de los residuos sólidos ha presentado problemas, debido entre otras cosas, a los altos volúmenes generados por los ciudadanos y cuando el manejo de éstos no es el adecuado, puede afectar la salud de los ciudadanos y al medio ambiente. Se realizó una revisión de artículos científicos y se compararon las realidades presentadas por los distintos autores en el manejo de residuos sólidos. En dicha revisión se detectaron similitudes en la manera cómo se manejan los residuos sólidos en América Latina y el Caribe, observándose que el sistema se encuentra aún en estado incipiente para ser considerado como integral y sustentable. Para lograr mejoras en el manejo, se requiere voluntad por parte de los gobernantes, fuertes inversiones y educación de la ciudadanía en el tema del aprovechamiento de residuos.

En el marco de los residuos sólidos, a nivel nacional se han realizado estudios que analizan el manejo, entre ellos se pueden encontrar el elaborado por (Sosa, 2019) en la tesis de pregrado **“Evaluación del sistema de manejo de residuos sólidos en la aldea Tzununá, Santa Cruz La Laguna, Sololá y propuesta de participación social en los procesos de manejo de residuos sólidos”**, en el que se determina que el principal problema de los residuos sólidos no se encuentra en su generación, si no en el inadecuado manejo que recibe, ya sea por la falta de educación, concientización de la población y falta de interés de las autoridades. Por lo que el sistema de recolección no responde a las demandas generadas.

En el departamento de Quetzaltenango se han realizado investigaciones en el tema, tal es el caso de (Rivera, 2015) en la tesis de pregrado titulada **“Análisis del manejo de residuos sólidos en el Meta-mercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango y propuesta para su manejo integral”**. En la que determina que la falta de interés de la autoridad competente, ausencia de un método para su disposición final, así como políticas locales para un plan de manejo de los residuos sólidos y carencia de presupuesto adecuado, personal no capacitado en el tema de manejo de residuos sólidos, deficiencia en infraestructura, equipo de trabajo rudimentario, carencia de equipo de protección, todo esto ha provocado una contaminación desmesurada.

De acuerdo con (USAID, 2018) en el diagnóstico **“Mejoramiento del servicio público de recolección, limpieza y disposición final de los desechos sólidos, municipales de la Villa de Colomba Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango”**, refiere una deficiente gestión de los residuos sólidos causados por inadecuados hábitos de higiene de la población, inadecuada disposición final de los residuos, inadecuado método de recolección de residuos, sumado a la carencia de un relleno sanitario autorizado, lo cual provoca un vertido incontrolado de los residuos sólidos.

En el departamento de Escuintla, se han realizado investigaciones relevantes en el manejo de los residuos sólidos, como lo presenta (Molina, 2018) en la tesis de pregrado **Manejo de residuos y desechos sólidos generados en comunidad “La Reina”, aldea El Rodeo, Escuintla**, donde explica que inicialmente se desarrolló en la comunidad un proceso de diagnóstico socio ambiental, que permitió determinar de manera priorizada, los principales problemas de esta índole. La problemática de mayor gravedad correspondió al manejo inadecuado de los residuos sólidos. Para el desarrollo de la investigación se empleó una muestra de 82 familias, con el método de muestreo aleatorio simple, donde se determinó la inexistencia de un servicio recolector de basura y la disponibilidad de la población para la adquisición del mismo. Para el cálculo de los indicadores ambientales se usó el método de recolección selectiva y se aplicaron las ecuaciones del Manual de Indicadores Ambientales Municipales, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Con base a los resultados obtenidos en la investigación (Molina, 2018) explica que se elaboraron tres ejes principales para el manejo de los residuos sólidos; a) la instalación de una abonera tipo Bokashi a nivel

comunitario, para el aprovechamiento de los residuos orgánicos; b) la elaboración y socialización de un manual para el manejo integral de los residuos sólidos domiciliarios y; c) la implementación de un servicio recolector de basura.

1.2 Planteamiento del problema

En Guatemala el inadecuado manejo de residuos sólidos domiciliarios y la carencia de tratamiento y disposición final adecuados, da lugar a una problemática ambiental de gran proporción, esto sumado a la creciente frontera urbana y altas tasas de población, crean un problema alarmante.

Si no se toman acciones adecuadas para el manejo de los residuos sólidos el problema no llegará a una solución; para ello es necesario generar información base y análisis del manejo de residuos sólidos, domiciliario y municipal, que permita el diseño adecuado de la propuesta para su implementación desde la municipalidad, así como en el transporte, recolección y disposición final por parte de la municipalidad. Es importante recalcar que los gobiernos municipales afrontan importantes retos ambientales para el manejo de residuos sólidos, principalmente domiciliarios, que son los que se generan en mayor cantidad, los cuales no han sido dimensionados con la relevancia pertinente en materia de manejo, por lo que, para comprender la problemática es necesario analizarla.

Para efectos de lo anterior, se determinó a través de consultas a la Unidad de Gestión Ambiental Municipal -UGAM- de Colimba Costa Cuca, que antes del presente estudio, no existían datos específicos sobre generación, composición y manejo de residuos sólidos, pero que, en un diagnóstico general, se expresaba que posiblemente la mayoría de los residuos domiciliarios eran orgánicos.

Actualmente, la respuesta a la problemática municipal en la generación de residuos sólidos no ha sido apropiada, se tiene falta de cobertura en la recolección, no existe tarifa fija y preestablecida para los usuarios, el cobro está en función de lo que consideren pagar, el tren de recolección es ineficiente ya que no se le da clasificación ni tratamiento a los residuos sólidos y la disposición final.

Para realizar la investigación se plantearon las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las características de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colimba Costa Cuca?, ¿Cómo se efectúa el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el área de estudio, tanto desde la perspectiva domiciliar, como municipal?

1.3. Justificación de la investigación

En la problemática ambiental en Guatemala, sobresale la generación de residuos sólidos y su inadecuado manejo. Las municipalidades, según el código municipal y el de salud, deben ocuparse del manejo apropiado, sin embargo, la realidad es distinta y la mayoría de municipalidades no abordan de forma adecuada el problema, incumpliendo lo que la Constitución Política de la República de Guatemala establece en su artículo 97: “El Estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo económico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico...”. (Gobierno de Guatemala, 2005)

Profundizando lo anterior, algunas municipalidades no prestan el servicio de recolección y las que lo prestan, en su mayoría, no cuentan con un manejo adecuado, no realizan separación de residuos y los depositan en botaderos a cielo abierto, generando contaminación a cuerpos de agua superficiales y subterráneos, al suelo y a la atmósfera.

En paralelo la población urbana realiza un consumo mayor de bienes, en relación a áreas rurales, por lo tanto, producen una mayor cantidad de residuos sólidos, por lo cual es de especial importancia atender las necesidades ambientales que se presentan en los domicilios, como parte de ello, la generación de datos e información para el desarrollo de iniciativas en materia de residuos sólidos, son factores fundamentales e imprescindibles en cualquier contexto territorial sobre todo a nivel local, debido a que en este espacio la aplicación de cualquier iniciativa es de un corto y mediano plazo, llegando a obtener resultados de una manera puntual y sectorizada en comparación a nivel nacional.

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo general

Analizar la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, con la finalidad de elaborar una propuesta para su manejo.

1.4.2.3 Objetivo específico

- Determinar la producción per cápita de los residuos sólidos domiciliarios que se generan en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.

- Caracterizar el actual manejo de los residuos sólidos domiciliarios que la población y la municipalidad realiza en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.

- Generar una propuesta para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango en base a los resultados del estudio.

1.5. Hipótesis

H1: Más del 40% de la composición de los residuos sólidos domiciliarios que se generan en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, son de tipo orgánico.

H2: La municipalidad de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, no realiza un manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios generados en el área urbana de la cabecera municipal.

H3: Los domicilios del área urbana de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, realizan un manejo inadecuado de los residuos sólidos domiciliarios.

2. MARCO TEORICO

2.1 Residuos sólidos

Se puede definir como residuos sólidos aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar los cuales son potencialmente reciclables en la fabricación de nuevos elementos. (Henry & Heinke, 1999).

2.1.1. Clasificación de los residuos sólidos según su origen.

a) Residuos sólidos municipales

Los residuos sólidos municipales son aquellos que se generan principalmente por diferentes componentes tales como viviendas, comercios, instituciones, pequeñas industrias y residuos mínimos de construcción, sumado a una gran variedad de residuos sólidos de calles y avenidas; dichos residuos pueden variar en torno a factores económicos, culturales, sociales, hábitos y desarrollo. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales., 2015)

b) Residuos sólidos domiciliarios

Son aquellos productos desechados en viviendas, convirtiéndose en residuos domiciliarios generados por distintas actividades cotidianas, despeñadas por sus habitantes. Por lo cual, los -RSD- (Residuos Sólidos Domiciliarios), conforman en gran medida la producción de residuos de una población. (Rondon, Szanto, Pacheco, Contreras, & Galvez, 2016).

En lo que se refiere a residuos sólidos, se generan por el actual sistema económico y de consumo, la alta capacidad que tiene el hombre de transformación de los recursos y el uso de productos de una corta vida útil, los cuales se fabrican de materiales de difícil absorción en los ciclos ecológicos y se generan dentro de los domicilios por diversas actividades de los que la habitan. (Rodríguez, Gómez, Zarauza, & Benitez, 2013).

2.2. Clasificación de los residuos sólidos según su composición

2.2.1. Residuos orgánicos

Los residuos orgánicos se componen de vegetales o animales y sus subproductos. Forman parte de más de la mitad de los desperdicios y tienen la particularidad de poder desintegrarse o descomponerse en nutrientes para otros organismos, convirtiéndose en los de mejor

absorción al medio ambiente (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

2.2.2. Residuos inorgánicos

Son aquellos que por su composición no se reincorporan fácilmente a los procesos naturales de degradación en un corto plazo, no tienen un origen biológico y son de índole industrial o de algún otro proceso artificial, por ejemplo: vidrio, plásticos, telas sintéticas, metales. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA, 2014)

2.2.3. Residuos de manejo especial

Son aquellos residuos generados por actividades de alto riesgo, son potencialmente perjudiciales para la población; dichos residuos se conforman por tener al menos una característica de estas: ser inflamable, corrosivo, reactivo o tóxico, son los considerados residuos especiales a partir de la publicación de la LGPGIR, en el año 2003. A los residuos generados por las actividades productivas y de servicios se les clasificó como Residuos de Manejo Especial (RME), en esa categoría se incluyó además a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generados en gran volumen. A la fecha, esta acción ha provocado situaciones indefinidas técnicamente, como el diferenciar cuándo es un residuo sólido urbano y cuándo este mismo residuo es considerado de manejo especial. También ha propiciado un mercado artificial que ha incrementado costos por servicios de recolección, principalmente por el gran volumen de residuos domésticos, los cuales anteriormente implicaban costos menos onerosos para los generadores. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

2.3. Impactos de los residuos sólidos en el medio ambiente

El impacto generado por los residuos sólidos en el medio ambiente se efectúa en la contaminación de suelos, acuíferos y aguas superficiales, emisión de gases de efecto invernadero que afectan fundamentalmente a la atmósfera dañando el aire que se respira, generando una combustión incontrolada de los residuos no aprovechados y desperdiciados desmesuradamente. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales., 2015)

2.3.1. Contaminación del recurso hídrico

Contaminación del agua es la acción o el efecto de introducir materiales, o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración

perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales. Causantes: arrojado de aceites usados, arrojado de residuos sólidos, domésticos e industriales, descarga de desagües domésticos e industriales. (Van de Moortle, 2005)

2.3.2. Contaminación del suelo

Se refiere al desequilibrio físico, químico y biológico del suelo el cual afecta de forma negativa a los seres vivos vinculados especialmente a los que habitan sobre y dentro del suelo, conllevando a una destrucción del orden de ciclos biológicos desarrollados en dicho recurso. (Van de Moortle, 2005)

2.3.3. Contaminación atmosférica

Los residuos sólidos depositados en botaderos clandestinos generan reacciones físico químicas las cuales forman vapores tóxicos contaminando la atmósfera, estos gases pueden ser dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), vapor de agua (H₂O), óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃), estos gases contribuyen en el aumento del efecto invernadero incrementando la temperatura significativamente, por consiguiente el derretimiento de grandes masas de hielo, nieve y glaciares aumentando los niveles de temperatura y las concentraciones de gases dentro de la atmósfera. (Zamora, 2015).

2.3.4. Contaminación visual

Son obstáculos visuales, rótulos, panfletos, volantes, mantas publicitarias, que se encuentran colocados dentro del paisaje, afectando la salud del ser humano, generando estrés, dolor de cabeza, déficit de atención, mal humor. La creciente frontera urbana creada por el desarrollo económico de las poblaciones es el principal causante de la contaminación visual que se vive en densas ciudades y centros poblados (Van de Moortle, 2005).

2.4. Manejo de los residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos se define por la aplicación de técnicas y medidas para la solución de la generación de residuos sólidos, generado por la oferta de los bienes que se ha incrementado significativamente durante los últimos años, basado en los cambios de los hábitos de consumo de la población. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA, 2014). Para ofrecer una solución de manejo de residuos sólidos domiciliarios es pertinente mencionar las etapas claves del manejo, las cuales son: recolección, transporte y

disposición final, integrados a etapas complementarias de almacenamiento y puntos de recolección.

2.4.1. Etapas del manejo de los residuos sólidos.

Las etapas se encuentran conformadas por las distintas actividades desde la logística hasta la disposición final, las cuales en su conjunto generan el manejo de los residuos sólidos, siendo cada una de ellas muy importante para su desempeño. (Naciones Unidas, 2016).

2.4.2. Logística y administración del manejo de los residuos sólidos.

De acuerdo a la guía de “*Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*”(Naciones Unidas, 2016), la administración y logística abarca todas las etapas del manejo de residuos sólidos, así como los aspectos técnicos, ambientales, económicos, institucionales y legales, que le son afines al manejo de los residuos sólidos.

2.4.3. Generación de los residuos sólidos.

La generación de residuos sólidos es producida como resultado de distintas actividades en el domicilio, como producto de quienes lo habitan, creando una carga constante de distintos residuos, ya sean orgánico o inorgánicos, según (Rivera F. J., 2015), indica que los residuos sólidos, se encuentran en constante incremento, especialmente en las zonas urbanas, el estilo de vida consumista y uso innecesario de productos y/o artículos de corto periodo de vida útil, influyen en el incremento de la contaminación ambiental por residuos sólidos.

2.4.4. Almacenamiento de residuos sólidos

Sobre almacenamiento de residuos sólidos (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA, 2014), define lo siguiente: Es la operación de acumulación temporal en determinado punto estratégico para la deposición de residuos en condiciones técnicas adecuadas para el buen funcionamiento, como parte fundamental en el manejo, hasta llegar a su disposición final (p. 16).

2.4.5. Recolección de residuos sólidos.

La recolección es la recogida de los residuos acondicionados por el generador para encaminarlos por el medio del transporte adecuado a una estación de transferencia, a una

unidad de tratamiento o al lugar de disposición final (Centro internacional de investigaciones para el desarrollo - Canadá, 2006).

Sobre recolección de residuos sólidos explica lo siguiente: “Se puede decir entonces, que la recolección de los residuos es el nexo entre la disposición inicial en el domicilio y el manejo de disposición final (así como de los procesos intermedios que se puedan suscitar”. La recolección debe estar organizada de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de esta naturaleza. (Rondón et al, 2016, p. 51).

Esta fase comprende la operación de recolección de los residuos sólidos, pero también, considera la preselección, que consiste en el depósito de residuos ya separados por los ciudadanos, la separación puede darse en el domicilio, por área de aportación, en los puntos de origen o estaciones de recolección para su transporte y dar lugar a las siguientes etapas en el manejo de los residuos sólidos.

2.4.6. Transporte de residuos sólidos.

Según Rondón et al. (2016) es importante definir el transporte de residuos con la siguiente definición: “La operación de transporte corresponde al tiempo empleado por el camión desde el momento que recibió la basura del último recipiente, hasta que se vacía la basura del primer recipiente del siguiente viaje de recolección, excluyendo el tiempo empleado en la operación de descarga”. (p, 56).

2.4.7. Tratamiento

Se define como tratamiento de residuos sólidos al método o técnica que tiene por objetivo cambiar las características físicas, químicas de los residuos sólidos, eliminando el riesgo que conlleva el no tratamiento de los residuos, esto permite darle una nueva vida útil a los residuos sólidos y a su vez facilita la disposición final de los mismos. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA, 2014).

2.4.8. Incineración

Se refiere a los procesos térmicos que pueden aplicarse en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos para disminuir su cantidad y aprovechar la energía que contienen; no obstante, esta acción ha sido criticada ya que en combustión de los residuos se generan sustancias tóxicas tales como dioxinas, foranos, escorias y cenizas formadas; además de las normas legales, han obligado a desarrollar o adaptar tecnologías específicas para este proceso, lo que requiere elevadas inversiones, costes de operación y, una fuerte oposición popular. (Romero, 2006)

2.4.9. Compostaje

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Román, Martínez, & Pantoja, 2013)

2.4.10. Reciclaje

Sobre el reciclaje (Viana, 2020) explica que: Reciclar es una de las alternativas utilizadas para la reducción del volumen de residuos sólidos. Se trata de un proceso que consiste básicamente en volver a utilizar materiales que fueron desechados y que aún son aptos para elaborar otros productos o re fabricar los mismos. Ejemplos de materiales reciclables son los metales, el vidrio, el plástico y el papel.

Los beneficios del reciclado son muchos, pero se menciona el más importante: Cuida el planeta, ya que promueve la conservación de los recursos naturales como el agua, el suelo, los minerales y evita la contaminación que se produce durante su extracción y durante la elaboración de productos (reduce el uso de energía y la emisión de los gases de efecto invernadero entre otros).

2.4.11. Disposición final

Según el autor (Pérez E. , 2011) la disposición final es el proceso de aislar y confinar residuos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente

seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

La disposición final es una etapa del manejo de los residuos sólidos y su objetivo es dar respuesta a la producción de objetos desechados a diario, que no han podido ser reincorporados a la cadena de reciclaje y reutilización para nuevas materias primas. La disposición final se puede dar de manera variada, empezando con formas muy complejas y tecnológicas a formas más simples como la incineración y el enterramiento. Todas las formas de disposición final buscan el mismo objetivo, mitigar el impacto de la producción y consumo de residuos. (Cordova, 2017).

2.5. Residuos sólidos y su relación con la salud.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos genera impactos de manera directa e indirecta en la población y las personas involucradas, los guajeros y recolectores entran en la primera línea de exposición y contacto directo con los residuos sólidos dando lugar a potenciales daños a la salud. De acuerdo a (Alvarado Chay, 2010), Al momento de no tener un manejo adecuado de los residuos sólidos que conlleve una clasificación o separación de éstos, el peligro se incrementa para los individuos vinculados al manejo, así también los perjudiciales daños de manera indirecta a la salud, al momento de que estos residuo contaminan la atmosfera o el agua y producen problemas respiratorios, así como diarrea a las poblaciones aledañas a los focos de contaminación o vinculadas al área afectada.

2.6. Manejo óptimo del manejo de los residuo sólidos.

Según (Sánchez Olguín, 2007), Para considerar un manejo óptimo, es importante mencionar, de acuerdo a que es un sistema holístico, conformado por normativas y políticas, las cuales están integradas por diversas etapas del manejo de residuos sólidos, desde su generación, clasificación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos.

2.7. Beneficios de un manejo óptimo de los residuos sólidos.

Un manejo óptimo de la generación de residuos sólidos dentro del área urbana conlleva varias mejorías, entre ellas se pueden mencionar de acuerdo a (Alvarado Chay, 2010), el rescate de

área verdes, la eliminación de lixiviados a los mantos freáticos, eliminación de generación de gases de efecto invernadero a la atmosfera, mitigación de la contaminación visual.

2.8. Marco legal del manejo de los residuos sólidos.

2.8.1 Constitución de la Republica Artículo 97. Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico.

Este artículo establece que 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 fauna, flora, tierra y agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación. (Gobierno de Guatemala , 2003).

2.8.2 Código municipal.

Artículo 67. Gestión de intereses del municipio. Según el código municipal, para la gestión de sus intereses y en el ámbito de sus competencias y en beneficio de toda la población, puede promover toda clase de actividades económicas, sociales, culturales, ambientales y prestar cuantos servicios contribuyan a mejorar la calidad de vida, a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población de cada municipio. (Gobierno de Guatemala, 2016). Cabe mencionar la especial importancia de la municipalidad en función de sus competencias, que puede promover actividades ambientales y servicios que promulguen el desarrollo, todo para beneficio de los habitantes.

Artículo 68. Competencias propias del municipio. Dentro del inciso a. se hace mención sobre algunos servicios municipales como: el abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios, la autorización y control de los cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios hasta su disposición final. (Gobierno de Guatemala, 2016)

2.8.3 Código de salud.

Artículo 102: responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las municipalidades la prestación de los servicios públicos; de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos, de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrían utilizar lugares para la disposición de los residuos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo, puede ser considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en del plazo estipulado. (Gobierno de Guatemala, 1997)

Artículo 103: Disposición de los desechos sólidos. En base al código de salud, se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud de la población, al ornato o al paisaje, por esta razón, no se debe de utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente; la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura ilegales o clandestinos”. (Gobierno de Guatemala, 1997)

Artículo 104: Lugares inadecuados. Como lo indica el código de salud, donde se estén depositando desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser transportados a otros lugares donde sí se cumpla, basado a un programa que de común acuerdo establezcan las municipalidades respectivas y el Ministerio de Salud. (Gobierno de Guatemala, 1997).

2.9. Marco político del manejo de los residuos sólidos en Guatemala

a) Política Nacional para el Manejo Integral de los residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo No. 111-2005). Se explica que este acuerdo tiene como objetivo el mejoramiento del medio ambiente, la reducción de los residuos sólidos por medio de medidas que incentivan proyectos, en el aspecto de ambiente y salud, político institucional, social y económico, como pilares en toma de decisiones a favor del buen manejo de los residuos sólidos, siendo (CONADES), Comisión Nacional para el Manejo de los residuos sólidos, que fue la encargada de la coordinación y seguimiento. (Presidencia de la República de Guatemala, 2005)

b) Política Marco de Gestión Ambiental (Acuerdo Gubernativo 791-2003). El acuerdo explica que el principal objetivo a perseguir de la política es la accesibilidad en la gestión en beneficio económico y el bienestar social incentivado por la competitividad en distintos ámbitos ya sea nacional o regional también promoviendo la sostenibilidad y la protección, conjunto al desarrollo del patrimonio natural. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2008)

c) Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales (Acuerdo Gubernativo 63-2007). Este acuerdo refiere que la política, la sustentabilidad y el crecimiento económico deben de ser equitativos en reciprocidad con la sociedad guatemalteca, vinculando a los individuos claves de la producción económica y su enfoque ambiental, como a su vez debe desarrollar el crecimiento en varios aspectos claves ambientales. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2007)

2.10. Indicadores ambientales de residuos solidos

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), proporciona una herramienta en el cual se establecen los indicadores ambientales a las municipalidades, para que sean capaces de generar indicadores ambientales que permitan la síntesis y representación numérica de aspectos específicos del entorno ambiental. La cual refleje la realidad del municipio. A través de los indicadores sugeridos en la guía, los municipios podrán mantener una medición completa y competente de las variables que permitan un reflejo sistemático e integrado de

los resultados del desempeño ambiental, y la medición de variables ambientales, en torno a la gestión local de los residuos sólidos domiciliarios. (MARN, 2015).

2.10.1 Producción perca pita

La producción perca pita de residuos sólidos domiciliarios es la representación de residuos que una persona genera diariamente, esta se expresa en, Kilogramos, por habitante (día(kg/hab/día)). Dicho indicador tiene como finalidad poder disponer de una unidad unitaria para la generación de residuos sólidos domiciliarios, la cual facilita la comparación y que sea específica de una ciudad, región, barrio o una zona urbana, siguiendo la guía oficial del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-. En este caso se trabajaron dos estratos, en una misma muestra, a la cual se le identificará como Estrato mixto. De acuerdo al (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2018), se establece que en el país la generación per cápita de residuos sólidos es de 0.54 kilogramos o 1 libra 2 onzas por habitante al día.

En base a la “*guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*”, establecida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- para calcular producción perca pita (PPC), se emplea la siguiente formula:

$$PPC = \left[\frac{\text{Peso total por semana (Kg).}}{\text{Número total de las personas de la muestra}} \right] \times \frac{1}{7}$$

2.10.2. Composición de los residuos sólidos

Según (Orozco, 2014) la composición de los residuos sólidos posee gran importancia en la toma de decisiones de sus etapas de tratamiento para su disposición final o reutilización, la composición se encuentra conformada por varias características cómo:

Características demográficas de la población:

- Rural: la generación de residuos es más reducida, las distancias son mayores, lo que contribuye a un mayor tiempo de recolección.
- Urbana: se caracteriza por tener mayor generación de residuos en comparación de las áreas rurales.
- Zona residencial: estas poseen una densidad alta de generación de residuos sólidos y una mayor recolección de los mismos.

Clima:

- Época seca: se da un aumento de envases de vidrio o PPET y residuos de frutas
- Época lluviosa: es determinada en gran manera por el aumento de restos y ceniza.

2.10.3. Cobertura de recolección de residuos sólidos (RSD).

Se mide en forma de porcentaje la correlación que se origina de la relación de la población y algún manejo de recolección de residuos sólidos y el área de la población urbana total, este indicador es importante ya que registra la magnitud en la que la población se relaciona con el manejo de los residuos sólidos. (Orozco, 2014).

De acuerdo a (Chay, 2010) se presenta la siguiente formula:

$$\text{Cobertura de recolección \%} = \left[\frac{\text{Domicilios con servicio de recolección.}}{\text{Domicilios totales}} \right] \times 100$$

Rango aceptable_____	60 a 100%
Rango regularmente aceptable_____	30 – 59%
Rango no aceptable_____	< 30%

2.10.4. Prueba de densidad o peso volumétrico (kg/m³)

Según (Rivera F. J., 2015) el volumen o densidad se encuentra determinada por el peso de los residuos y el espacio que éste ocupa, el cual se halla contenido en una unidad de medida. Este dato es esencial para estimar los vehículos y recorridos que sean idóneos para la recolección de residuo sólido.

En base (MARN, 2015). La fórmula para el cálculo de densidad o peso volumétrico.

$$Densidad = \left[\frac{\text{Peso de los RSD (Kg).}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}} \right]$$

2.10.5. Fórmula para el cálculo del volumen del recipiente a utilizar.

De acuerdo a (Muñoz, 2011) esta fórmula se utiliza para sacar el volumen del recipiente a utilizar en la toma de los residuos sólidos.

$$V = \text{Alto} \times \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

2.10.6. Fórmula para el cálculo porcentual de cada tipo de residuos.

Conforme a (Muñoz, 2011) esta fórmula se utiliza en la extracción de datos sobre el porcentaje de cada uno de los residuos sólidos.

$$\% = \left[\frac{\text{Peso de residuos clasificado (PRSD)}}{\text{Peso inicial (PI)}} \right] \times 100$$

3 MARCO METODOLÓGICO

En esta sección, se describen los procesos para la realización del estudio, identificando el enfoque y los métodos de investigación, así como las técnicas e instrumentos para recopilar los datos recabados.

3.1. Definición del método de investigación

De acuerdo con la investigación sobre el tema de los residuos sólidos domiciliarios y los objetivos planteados, se determinó que es una investigación con enfoque mixto.

a) Pasos del trabajo de campo.

La investigación de campo se realizó de la siguiente manera:

- *Acercamiento a la municipalidad para solicitud de apoyo e información para realizar el estudio.*

Se realizó un primer acercamiento con la municipalidad de Colomba, con el propósito de informar sobre el estudio. Se estableció una relación de colaboración para la solicitud de información. La estrategia fue realizar acercamientos con la oficina de ambiente y luego se enlazó la comunicación con otras dependencias, empleados y funcionarios municipales, quienes brindaron información y permitieron las visitas de campo.

- *Primera visita a las viviendas.*

Se llevó a cabo la primera visita de las viviendas que formaron parte del estudio del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, durante esta visita se enfocó en la encuesta (anexo 8.3.), en la que se recabó información sobre el manejo de residuos sólidos que realizan los habitantes de los domicilios de interés para la investigación. Por consiguiente, se solicitó a cada vivienda la autorización de recopilación de muestras de residuos sólidos que se usó en la caracterización, por lo

tanto, cada vivienda fue georreferenciada para obtener así un mejor control del muestreo.

- ***Segunda visita a las viviendas.***

Durante esta visita se llevó a cabo la entrega de bolsas en las viviendas que conformaron el área estudio. Estas bolsas fueron las que se recolectaron para las muestras de cada vivienda.

- ***Tercera visita a las viviendas.***

Se visitó a cada una de las viviendas participantes para la recolección y transporte de muestras, las cuales fueron llevadas de cada vivienda al botadero municipal, donde fueron caracterizadas con el uso de boletas de recopilación de datos (Anexo 8.6 y 8.7), tales como peso, composición física y volumen.

- ***Obtención de información municipal.***

A través de entrevistas, tomas de puntos de GPS, consulta documental y observación, se recolectaron los datos vinculados al manejo de residuos sólidos, por parte de la municipalidad. Se inició con una entrevista a la municipalidad (anexo 10.8). La consulta documental se realizó de manera física y electrónica, la cual contenía información vinculada al manejo de residuos sólidos de la cabecera municipal. mientras que la observación (anexo 10.9) consistió en el acompañamiento a las personas que realizan el manejo de residuos, de acuerdo al contexto del estudio.

3.2. Contexto espacial y temporal

El contexto espacial lo conformó el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, el área de estudio delimitada (10.1.) se conformó en cinco sectores para la toma de datos de viviendas.

Las áreas de estudio por parte de la municipalidad fueron las rutas de recolección, oficinas municipales y aquellos espacios físicos vinculados con el manejo y disposición final de residuos sólidos.

De acuerdo con (Gobernacion, 2017) el municipio de Colomba Costa Cuca se encuentra a una distancia de la ciudad capital de 252 km, se encuentra ubicado en el departamento de Quetzaltenango, del cual se ubica a una distancia de 52 km, posee una población de 38,746 habitantes y una superficie de 212 km². La cabecera municipal se sitúa a 1,024 msnm.

Respecto al contexto temporal de la investigación, ésta fue de índole transversal. La recolección de datos se desarrolló en un lapso estimado de seis meses, contados a partir del mes de mayo del año 2021.

3.3. Dimensión cuantitativa

3.3.1. Población y muestra.

Desde la perspectiva cuantitativa, se tomaron en cuenta dos etapas con su respectiva muestra, éstas se identifican a continuación:

- ***Etapas A: conjunto de viviendas del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca.***

Muestra: De acuerdo a (INE, 2018) Colomba Costa Cuca cuenta con una estimación total de 7,292 viviendas y una población urbana de 28,655. Para establecer el tamaño de la muestra se hizo uso del teorema de limite central. De acuerdo con (Sampieri, 2014), “en el teorema del límite central se señala que una muestra de más de cien casos pertenece a una muestra con una distribución normal en sus características” (p.191). La distribución normal significa que la muestra reflejó las características de la población, por lo que el tamaño de la muestra fue de 101 unidades muestrales, es decir, 101 viviendas.

De acuerdo a la guía para la elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes, del –MARN- (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). No se tomaron los distintos estratos económicos debido a que es difícil poder establecer demarcación idónea de los estratos, ya que las colonias no se encuentran divididas. Por lo tanto, se trabajaron los distintos estratos en uno solo, denominado estrato mixto.

La muestra se aplicó con el propósito de recabar los datos correspondientes a la variable: manejo de residuos sólidos en las viviendas del área urbana de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, por lo que se realizó una encuesta vinculada al tema (Anexo 8.3.).

- ***Población B: conjunto de residuos sólidos producidos en las viviendas del casco urbano de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca.***

Muestra: en este caso el muestreo realizado fue más complejo porque se obtuvo la autorización de las 101 viviendas entrevistadas para recolectar los residuos sólidos generados. La muestra fue recolectada una vez a la semana, los días martes, durante un mes. La muestra de residuos sólidos de origen domiciliar recolectada, fue pesada posteriormente y se aplicó el método de cuarteo (anexo 10.10) para obtener así la cantidad en kilogramos (kg) generados por persona, unidad de tiempo (día/mes/año), composición física y densidad expresada en porcentaje de los residuos sólidos.

3.3.2. Variables: definición conceptual, operacional e instrumental

En el siguiente cuadro, se identifican las variables que se estudiaron con su definición conceptual, operacional e instrumental. La definición operacional consta de los indicadores y las técnicas aplicadas para recopilar la información, mientras que la instrumental se refiere a las herramientas que se utilizaron para obtener la información de los indicadores y para hacer efectivas las técnicas de recolección de datos.

3.3.3. Técnicas e instrumentos para la recopilación de datos. Validez de los instrumentos de investigación.

- **Encuesta:** se utilizó para la recopilación de datos de interés, para la variable manejo de residuos sólidos la cual fue llevada a cabo con una boleta, (Anexo 8.3.) como instrumento de recolección de datos; esta fue validada en las 10 primeras viviendas.
- **Cuarteo:** por medio de esta técnica se redujo la muestra de residuos sólidos recolectados. Posteriormente se aplicó la caracterización de residuos sólidos (anexo 10.10). donde se detalló la aplicación e instrumentos.

La estructura del cuadro No. 1 sobre la definición conceptual, operacional e instrumental de las variables, fue dada por antecedentes vinculados al tema, el cual aportó orientación en el estudio.

Cuadro 1 Definición conceptual, operacional e instrumental de las variables.

Variable	Definición conceptual de la variable	Indicadores (definición operacional)	Descriptor	Técnicas e instrumentos para recopilar los datos
<p>Caracterización de residuos sólidos domiciliarios generados en el área urbana de Colomba Costa Cuca. (RSD).</p>	<p>La caracterización de residuos sólidos se conforma de la composición de residuos en diferentes fracciones, mediante ésta se puede conocer lo que se encuentra depositado, por lo tanto, en base a ello se toman medidas apropiadas para su manejo (Lapoyeú, 2018)</p>	<p>Cantidad de residuos solidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción per cápita (RSD) generado por persona, expresado en kg/hab/ (día, mes, año). ▪ Generación total (RSD) en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, la cual está en kg, ton/ (día, mes, año). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se obtuvieron los datos con una boleta (Anexo 9.2). ▪ Para el cálculo del peso se utilizó una báscula de piso con capacidad de 300 lbs, una de gancho con capacidad de 220 lbs, y una báscula digital con una capacidad de 50 lbs. - Para obtener la (PPC) producción per capita, utilizando la fórmula de producción per capita (Cuadro 5). ▪ Se calculó la cantidad de residuos sólidos generados en el área de estudio, considerando la PPC y la población total.

		Tipos de residuos sólidos domiciliarios (RSD)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Composición física de los residuos sólidos domiciliarios (RSD). ▪ Porcentaje de residuos sólidos generados por tipo, de acuerdo a la medida del peso total de muestra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Método de cuarteo (Anexo 91). Fue utilizado para reducir la muestra y establecer la composición física de los residuos sólidos domiciliarios (RSD). ▪ Separación de residuos, esta fue realizada con el equipo de protección apropiado (guantes, mascarilla, pantalón y camisa manga larga, de lona, botas de hule), palas y rastrillos. ▪ Cálculo porcentual: en cada uno de los tipos de residuos se utilizó la fórmula que se muestra en el (Cuadro 7.).
		Densidad de los residuos sólidos domiciliarios (RSD).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumen del recipiente utilizado en la caracterización de residuos sólidos domiciliarios. ▪ Densidad total de los residuos sólidos domiciliarios la cual es expresada en (kg/m³). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuarteo con peso volumétrico: éste se realizó en la primera recolección de muestra de residuos sólidos domiciliarios (RSD). ▪ Se determinó el volumen del recipiente cúbico utilizado en la caracterización de residuos, al cual se llegó a través de la siguiente formula del (inciso ▪ ▪

				<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2.10.5. Fórmula para el cálculo del volumen del recipiente a utilizar.). ▪ Se llenó el recipiente seleccionado previamente, hasta que alcanzó la capacidad máxima, sin ejercer presión o compactar los residuos en su interior, de lo contrario no hubiera sido un dato representativo. ▪ Se recolectaron los datos del peso de los residuos sólidos sin agregar el peso del recipiente utilizado. ▪ Densidad: esta fue determinada en base a la fórmula anteriormente mencionada en el (Inciso 2.10.4. Prueba de densidad o peso volumétrico (kg/m^3))
--	--	--	--	--

<p>Manejo de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca. (RSD)</p>	<p>El manejo de los residuos sólidos es definido por la aplicación de técnicas y medidas, con la finalidad de solucionar la generación de residuos sólidos domiciliarios, hasta la disposición final. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA, 2014).</p>	<p>Servicio de recolección.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de viviendas que utilizan el servicio de recolección. ▪ Disposición de parte de los usuarios a pagar por el servicio. ▪ Identificación de los prestadores de servicio de recolección. ▪ Frecuencia de utilización del servicio. ▪ Costo y periodicidad de pago del servicio. ▪ Calidad del servicio desde la perspectiva de los usuarios de las viviendas del área urbana. ▪ Número y tipo de recipientes utilizado para el almacenamiento de los residuos sólidos domiciliarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boleta utilizada (Anexo 8.3) para la encuesta que se aplicó a la muestra de 101 viviendas. ▪ Cada vivienda encuestada, se georreferenció con un punto de GPS utilizando la aplicación (Handy GPS).
---	---	---------------------------------	--	---

		Clasificación de los residuos sólidos domiciliarios.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de las viviendas en las que se realiza separación de los residuos sólidos domiciliarios. ▪ Categoría de los residuos sólidos, en las que se separan de acuerdo a la vivienda en la que se realiza dicha actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los datos que se recopilaron a través de la boleta de encuesta (Anexo 8.3). se cotejaron para la obtención de porcentajes y gráficas.
		Reutilización y reciclaje de los residuos sólidos, en las viviendas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de viviendas en las que realiza reutilización y reciclaje de los residuos sólidos. ▪ Tipos de residuos que se reciclan y se reutilizan. 	
		Disposición final de residuos sólidos domiciliarios.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formas de eliminación de los de los residuos sólidos domiciliarios. ▪ Lugar de la disposición final de los residuos sólidos, cuando el particular se hace cargo de sus propios residuos. 	

Fuente: elaboración propia. 2022.

- **Revisión documental:** Se consultaron documentos en formato físico y electrónico, los cuales se pueden identificar en la bibliografía todos vinculados a la generación de residuos sólidos, lo cual fue fundamental para la elaboración de la PPC producción per cápita y (RSD) residuo sólido domiciliario.

3.3.4. Fuentes de información

Las fuentes de información para desarrollar la investigación contemplaron a todos a aquellos actores involucrados, desde la generación, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos domiciliarios RSD.

Las fuentes de información documental consultadas para la investigación, vinculado al manejo de los residuos sólidos, se dividieron en:

- **Primaria:** Personas brindaron información a través de la encuesta que se realizó. (Anexo 8.3). También se obtuvo información de las operaciones que formaron parte de la recolección de los residuos sólidos y el procesamiento de éstos a través de la técnica del cuarteo, sumado a la toma de puntos de GPS en cada una de las viviendas seleccionadas en la realización del estudio.
- **Secundaria:** Se realizó una revisión documental de las viviendas del área de estudio en el casco urbano de Colomba Costa Cuca, la cual posee un número de 7,292 viviendas. De acuerdo al teorema de límites se tomó una muestra representativa de 101 viviendas, siendo estas utilizadas para el cálculo del manejo de los residuos sólidos domiciliarios.

3.3.5. Técnicas para el análisis de datos

Se llevó a cabo un proceso de análisis como resultado de la aplicación de distintas técnicas de recolección de datos tales como, encuesta, entrevista boleta de observación y GPS. El marco teórico presentado, como parámetro para generar los resultados de análisis; a través de la aplicación del análisis cuantitativo, cualitativo y estadístico de los datos.

3.3.6. Caracterización de residuos sólidos

A través de los cálculos y las fórmulas adecuadas se determinaron los porcentajes de residuos sólidos domiciliarios según su tipología, el volumen y la cantidad de residuos por individuo dentro del área de estudio, en base a estos datos obtenidos se elaboró información expresada en:

- Cuadros
- Gráficas

Se realizó un análisis inductivo según la información previamente obtenida.

3.3.7. Elaboración de mapas temáticos y análisis geoespacial:

En relación con la geoinformación obtenida por medio de la toma de datos de GPS, se realizaron mapas temáticos que ilustran y orientan el área de estudio como al recorrido de la recolección que se realizó de las muestras obtenidas.

3.4. Dimensión cualitativa

3.4.1. Categoría de análisis

La categoría de análisis corresponde al manejo de residuos sólidos domiciliarios de la municipalidad de Colomba Costa Cuca, aplicado al área urbana de la cabecera municipal.

a) Definición conceptual

El manejo público de los residuos sólidos se efectúa a través del manejo municipal de éste y se encuentra compuesto por:

El conjunto de componentes coordinados por la municipalidad, para el manejo de residuos sólidos del municipio, entre los que destacan como elementos básicos: la recolección, transporte, separación, reciclaje, conversión en abono orgánico y disposición final, contemplando todos estos o algunos de ellos como parte del manejo, así como otros componentes que contribuyen al manejo. (Barrientos, 2016).

b) Subcategoría de análisis

De acuerdo a (Tovar, 2018) la subcategoría de análisis se encuentra conformada por elementos básicos que no pueden faltar en el manejo de los residuos sólidos.

c) Fuentes de información

La información se divide en dos categorías las primarias y las secundarias.

- **Fuente primaria:** se tomó como información primaria la proporcionada por los empleados y funcionarios que se encontraron vinculados a los procesos durante el manejo de los residuos sólidos, también se obtuvo información estructurada a través de una guía de observación, plasmando lo percibido a través del acompañamiento de los empleados del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos de las viviendas.
- **Fuente secundaria:** fueron las fuentes documentales consultadas digitales y físicas, para el plan de mejoramiento de Colomba Costa Cuca, código de Salud. También se consultaron las fichas de cobros mensuales del servicio de recolección, diagnóstico de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca y reglamento para el funcionamiento del tren de aseo.

d) Técnicas e instrumentos para la recopilación de data. Validez de los instrumentos de la investigación.

- **Entrevista:** Estas fueron semiestructuradas y se llevaron a cabo dentro de las oficinas con empleados y funcionarios vinculados al manejo de los residuos sólidos domiciliarios. En dicha boleta (Anexo 8.4). se expone una lista de preguntas, las cuáles se realizaron a los empleados correspondientes según sus funciones.
- **Observación estructurada y no estructurada:** La estructurada se realizó en base a la boleta de observación (Anexo 8.5), con la finalidad de observar cada una de las etapas del manejo de los residuos sólidos. Por consiguiente, la de tipo no estructurado se realizó para aquellos elementos no contemplados en la boleta de observación estructurada, sin embargo, fueron considerados de relevancia para la investigación las fotografías y anotaciones importantes durante la observación de campo.

- **Consulta documental:** esta fue recolectada gracias a la documentación fotográfica y apuntes en la libreta de campo.
- **Georreferenciación:** por medio de las nuevas tecnologías y de la era de la digitalización, se pudieron recabar datos utilizando el GPS móvil por medio de la aplicación **Handy GPS**, en la cual se tomaron las coordenadas, distancia y ubicación del vertedero municipal, viviendas y recorrido del tren de aseo del área de estudio.

e) Técnicas seleccionadas para el análisis de datos

- **Elaboración de cuadros y gráficas descriptivas:** La información recopilada, fue la base para el desarrollo de cuadros descriptivos, como los que presentan las variables o cuadros de datos; por medio de éstos y las demás técnicas que se identificaron, se realizó la presentación y el análisis de la información.
- **Elaboración de mapas temáticos y análisis geoespacial:** Se elaboraron mapas temáticos, Anexo **10.4. 10.1. 10.2. 10.3.** , tales como mapa de ubicación de viviendas, mapa de distancia y ubicación del vertedero con relación al área urbana estudiada, mapa de recorridos del tren de recolección dentro del área urbana estudiada; que permitieron generar un modelo y representación de la realidad estudiada, lo que contribuyó a explicar el manejo de los residuos sólidos domiciliarios.
- **Inducción:** Se utilizó el marco teórico, para explicar el manejo de los residuos sólidos y lo que ocurre en las etapas que este abarcó en la realidad estudiada.

Cuadro 2 Operacionalización de la subcategoría de análisis.

Subcategorías.	Aspectos estudiados.	Procedimientos e instrumentos utilizados.
Organización de la entidad municipal encargada del manejo de residuos sólidos y aspectos administrativos.	Tipo de entidad (municipal), organigrama de la entidad que realiza el manejo de los residuos sólidos, estableciendo cantidad, puestos y funciones de las personas que intervienen en el manejo. Reglamentos; en dicho reglamento se establece un cobro de Q.8.00, no obstante, la realidad es muy distinta ya que no se cumple y el precio se encuentra fijo, por lo que los usuarios consideren pagar de Q3.00 a Q8.00.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrevista a empleados de la municipalidad vinculados al manejo de los residuos sólidos en la que se recabó información, en base a la boleta de entrevista (Anexo 8.4.). ▪ Se consultó a la oficina de Información Pública y sitio web de la municipalidad de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.
Recolección y transporte.	Equipo que utiliza el personal, cantidad y el vehículo utilizado se encuentra en pésimas condiciones estructurales tales como oxido faltante de piezas, rutas, días y horarios de recolección, descripción del procedimiento, área geográfica que cubre, cantidad de viviendas que abarca, recipientes utilizados para recolección, recursos humanos que intervino.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La recopilación de datos se obtuvo a partir de entrevistas (Anexo 8.4) y observaciones (Anexo 8.5) a partir del acompañamiento. ▪ Se trazaron las rutas de recolección y distancias del botadero municipal por medio de la aplicación Handy GPS. ▪ Los puntos de recolección fueron tomados a partir de la aplicación Handy GPS durante la recolección de muestra de residuos sólidos.

Clasificación, y reutilización.	Infraestructura, equipo, maquinaria, lugar, procedimiento, recurso humano y materiales.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descripción: esta fue lograda a partir de la encuesta (Anexo 8.3) y observaciones de campo. (Anexo 8.5)
Reciclaje.	Materiales que poseen la capacidad de un nuevo uso, en su mayoría el aluminio, lo que son latas y botellas de plástico para su venta y un beneficio económico, lugares en los que se realiza el reciclaje, cantidades que se venden para su comercialización, precios de venta.	
Disposición final.	La ubicación de la disposición final se encuentra localizada al costado de la carretera que se dirige a Quetzaltenango, esta ubicación no cuenta con las medidas correspondientes y no es catalogado como un sitio idóneo para la disposición final, el procedimiento para depositar los residuos es el paleo y aventar bolsas a diestra y siniestra por el precipicio. El equipo utilizado está compuesto por palas y rastrillos.	

Fuente: elaboración propia, 2022.

f) Pasos del trabajo de campo.

- **La validación de los instrumentos de recopilación de datos:** esta actividad se llevó a cabo durante la primera semana de campo y durante el transcurso de la investigación.
- **Reconocimiento de campo:** durante este paso se realizó la zonificación del área. Se recopiló la información a través de boletas y se realizaron las observaciones pertinentes, las cuales fueron necesarias para establecer aspectos contextuales.
- **Entrevistas:** se realizó en base a las boletas de entrevista previamente elaboradas (Anexo 8.4).
- **Obtención de información geográfica:** por medio de la utilización de la aplicación, se realizaron los recorridos y toma de coordenadas con la finalidad de elaborar mapas temáticos sobre la distancia del botadero municipal y el área urbana, ubicación de las viviendas sujetas a la investigación, como también, el recorrido del tren de aseo dentro del are urbana.
- **Obtención de resultados y verificación de conclusiones:** a partir de los resultados de datos se cotejaron puntos de georreferenciación de viviendas, áreas de especial interés tales como: punto de partida del tren de aseo y oficina de coordinación de labores, rutas de transporte, punto de disposición final utilizado por la municipalidad, para analizar información relacionada al tema abordado por la investigación.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios generados en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango

Se realizó una caracterización de residuos sólidos domiciliarios para la determinación de la composición física, peso y densidad de los mismos, en base a un muestreo de 101 viviendas plasmadas en un mapa temático con fines ilustrativos del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca. (Anexo 10.1.),

4.2 Densidad de residuos sólidos domiciliarios.

La densidad se generó previo al primer cuarteo de composición física, se efectuó la prueba con la finalidad de conocer el peso de los residuos sólidos domiciliarios que caben en un metro cúbico, para la realización de dicha prueba se utilizó un recipiente cúbico de cartón, el cual posea una medida de 30cm x 30cm x 30cm, el cual contaba con un volumen de 0.027. de acuerdo con el siguiente cuadro 3.

Cuadro 3 Densidad de Residuos Sólidos Domiciliarios.

Muestreo	Volumen de recipiente(m ³)	Libras	kilogramos	Densidad
1	0.027	13.6	6.17	228.51
2	0.027	14.7	6.67	247.03
3	0.027	16	7.26	268.88
4	0.027	12.2	5.53	204.81
		Densidad estimada : 949.23kg/m ³		

Fuente: elaboración propia, 2022.

El indicador de densidad en el cuadro 3, se estima en 949.23 kilogramos por metro cúbico de los residuos sólidos domiciliarios generados en la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca. Este indicador es de importancia para estimar la demanda en la capacidad de los camiones ante el crecimiento de la población, la mayor cobertura y el área para la disposición final.

4.3 Composición de residuos sólidos domiciliarios

De acuerdo al procedimiento de cuarteo descrito en el inciso 3.3.3, se logró reducir la cantidad por composición de residuos sólidos, logrando así una muestra representativa, de la cual se obtuvo un peso de 83.4 kg.

En el siguiente cuadro se presenta la composición física de los residuos sólidos domiciliarios.

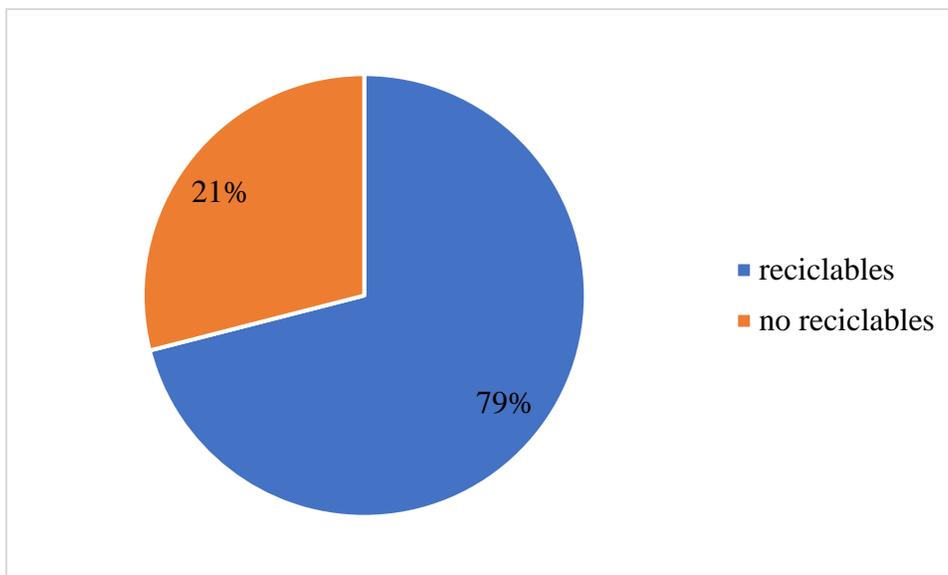
Cuadro 4 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios.

Tipo de residuo	Peso en (Kg)	Peso en porcentaje (%)
Orgánico	38.72	46
Papel	1.54	2
Cartón	1.27	2
Vidrio	1.15	1
Metales	1.30	2
Plástico	20.45	25
PET	1.05	1
Otros	17.92	21
Total de muestra representativa.	83.4	100%

Fuente: elaboración propia.2022.

En base al cuadro 4 los residuos orgánicos conforman la mayor cantidad de la composición de los residuos por tipo. Siendo el 46% orgánico, compuesto de residuos de verduras, frutas cáscaras, ramas residuos de comida; quedando el papel en un 2% hojas, periódico, fotocopias libros, agendas, libretas, cartulinas; el cartón 2% como cajas, empaques de cartón, pliegos de cartón y envases o recipientes, manualidades; el vidrio en un 1% sumado a los metales con 2% y el PET con 1%, compuesto por empaques de leche, jugos, dulces; plásticos con un 25%, en la categoría de otros son residuos no aprovechables se cuenta con un 21%.

Figura 1. Composición porcentual de los residuos sólidos domiciliarios reciclables y no reciclables.



Fuente: elaboración propia, 2022.

Por medio de la boleta de encuesta se realizó la gráfica (figura 1), más de la mitad de los residuos sólidos domiciliarios, son reciclables, con un 79% y 21% de los residuos sólidos no son reciclables. Mediante la composición porcentual sumado el indicador de generación de residuos sólidos, se puede determinar la cantidad de residuos sólidos domiciliarios que se generan al día según su composición.

Es importante dimensionar la composición de residuos sólidos generados, ya que estos datos serán útiles para poder tomar decisiones en el manejo de los mismos.

4.4. Producción per cápita (PPC) de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca

Se llevó a cabo el registro del peso de los residuos sólidos domiciliarios recolectados en la muestra representativa (101 viviendas), obteniendo un peso total de 1,047.44kg.

En base a la “Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes” emitida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, con el dato anteriormente obtenidos (1,047.44 kg), se procedió a la operación del cálculo de producción per cápita PPC, donde la totalidad del peso recolectado se dividió por los 625 habitantes de la muestra de 101 domicilios, dicho procedimiento es detallado a continuación:

Producción per-cápita (PPC) de residuos sólidos por persona al día.

$PPC = \left[\frac{PTS \text{ (kg)}}{NTPM} \right] \times \frac{1}{4}$	<p>PPC= Producción per-cápita</p> <p>PTS (kg)= Peso total de las muestras por semana (Kg).</p> <p>NTPM= Número total de las personas de la muestra</p>
$PPC = \left[\frac{1,047.44 \text{ kg}}{625} \right] \times \frac{1}{4}$	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; color: blue; font-weight: bold;">= R/ 0.419 kg</div> <div style="background-color: #e67e22; color: white; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold;">Producción per cápita</div>

Fuente: elaboración propia. 2022.

La cantidad de residuos sólidos que se genera en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca es de 0.419 kg por habitante al día.

Por lo cual, se estima que la producción per cápita PPC, del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, del departamento de Quetzaltenango, es menor a la producción per cápita PPC nacional dictada por MARN 2019; ya que esta se encuentra en 0.419 kg por habitante al día.

De acuerdo con las estimaciones de producción per cápita PPC diaria, en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca. Una vivienda con promedio de seis personas genera 2.514kg al día.

Cuadro 5 Estimación de generación per cápita en día/semana.

Habitantes de 101 viviendas muestreadas	Producción per cápita de residuos sólidos (Kg/hab/día)	Totalidad estimada de residuos sólidos domiciliarios en (kg)	
		Día	Semana
		kg	kg
625	0.419 kg	0.419	2.933

Fuente: elaboración propia. 2022.

La estimación generada de residuos sólidos domiciliarios es de gran utilidad para la implementación del manejo técnico de residuos sólidos, con esto se puede estimar la demanda del servicio dentro del área urbana.

4.5 Situación actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios que la población y la municipalidad realiza

El manejo de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango se desglosa en los apartados: A) manejo a nivel municipal y B) manejo a nivel domiciliar.

4.5.1 Manejo de los residuos sólidos domiciliarios a nivel municipal.

4.5.1.1 Aspectos organizativos y administrativos de la municipalidad.

El delegado del manejo de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, es el encargado de servicios públicos municipales, quien se encuentra a cargo de la oficina del tren de aseo, según el Acuerdo Municipal No. 49-2018. La organización de la oficina de tren de aseo es funcional en base a un organigrama vertical en el que se describen los puestos, con un liderazgo democrático. Ver organigrama en el anexo figura 14.

4.5.1.1.1 Personal que intervienen en el manejo de los residuos sólidos.

Se conforma de un personal de siete empleados vinculados directamente al manejo de los residuos sólidos domiciliarios. Uno de ellos es el encargado de garantizar un servicio de recolección a los domicilios, realiza el cobro y da información necesaria a

usuarios que así lo requieran. También se cuenta con un piloto y cinco empleados designados para desempeñar las actividades de recolección, acondicionamiento de las bolsas recolectadas y descarga de los residuos de los usuarios.

A continuación, en el cuadro 6 se describen los puestos y funciones del personal de tren de aseo.

Cuadro 6 Puestos y funciones de personal del tren de aseo.

Puestos	No. De personal	Funciones	Tipo
Coordinador	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantizar un servicio de recolección eficiente. ▪ Brindar la información necesaria a usuarios que así lo requieran. ▪ Realizar el cobro y registro de usuarios. 	Personal permanente Renglón 011
Piloto	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conducir el camión de recolección de residuos sólidos. 	Personal por contrato Renglón 022
Recolector	5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolectar los residuos sólidos de los puntos de recolección y domicilios. ▪ Ordenar la carga de residuos sólidos recolectada en el contenedor del tren de aseo. ▪ Descargar el tren de aseo. 	

Fuente: elaboración propia, 2022.

La oficina de tren de aseo solo cuenta con el personal esencial básico para realizar las actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana, como anteriormente se describió en el cuadro 9.

Dentro de las observaciones realizadas, en base a la boleta, en el Anexo 8.5, se identificó la eficiencia en las actividades desempeñadas de recolección hasta su disposición final del personal del tren de aseo.

- **Políticas, reglamentos y normativos**

Dentro del nivel administrativo de la oficina de tren de aseo solo se cuenta con un reglamento “*Reglamento para la administración y funcionamiento del servicio de tren de aseo domiciliar y calles del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango*”. El cual regula el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos domiciliarios del área. También contiene un conjunto de normas generales de carácter prohibitivas dirigido a la población para el cobro y su funcionamiento. La entidad responsable de velar porque el Reglamento se aplique, es la Oficina de Servicios Públicos Municipales (OSPM).

La oficina del tren aseo presenta actualmente una debilidad administrativa en el cobro del servicio de recolección, ya que no vela por una cuota fija al prestar el servicio. También carece de programas, proyectos y planes sobre el manejo de residuo sólidos domiciliarios, por lo cual se debe fortalecer la capacidad de planificación y acción del servicio público de recolección, al igual se debe capacitar a todo el personal vinculado al manejo de residuos sólidos y así incrementar la cobertura de recolección.

4.5.1.2 Aspectos técnicos y operativos

Se determinó que la municipalidad presenta un manejo de saneamiento con poca planificación y desarrollo, por lo que se ve reflejado en los segmentos descritos para este aspecto, los cuales se detallan a continuación:

4.5.1.2.1 Infraestructura y maquinaria

La municipalidad posee un edificio en el que se localizan los distintos departamentos administrativos, en el que se ubica la oficina de tren de aseo para el manejo de los residuos sólidos. Dicha oficina posee un vehículo tipo camión, adaptado a la recolección de residuos sólidos, con una capacidad de 55 quintales, 3 palas, 2 rastrillos, 1 coba, guantes de cuero y botas de hule, para desempeñar las actividades de aseo municipal.

4.6 Recolección y transporte

La recolección y transporte de los residuos sólidos inicia a las 6:00 a.m. y finaliza a las 3:00 p.m. y tiene como punto de partida la municipalidad. La ruta de recolección se encuentra establecida para cada barrio y sector del área urbana, ver (10.2. donde se plasman visualmente, por medio de un mapa, las rutas de transporte.

4.7 Tratamiento y disposición final

La municipalidad no cuenta con la infraestructura indispensable para centros de recolección o áreas de disposición final apropiadas, para brindar un manejo adecuado de los residuos sólidos, por lo tanto, no se efectúa ningún tipo de almacenamiento, reciclaje, aprovechamiento o tratamiento de los residuos recolectados.

La municipalidad no cuenta con un área propia y adecuada, en la que los residuos sólidos sean depositados, por ende, no existe ningún manejo técnico, por lo que los residuos sólidos recolectados por el tren de aseo solo son depositados en un barranco, que se encuentra a un costado de la carretera, ver (10.3. , donde se representa la distancia y ubicación del área urbana al vertedero, que es de 5.1 km, con una duración de 1 hora y 5 minutos. Dentro del vertedero municipal se presume contaminación del suelo, la atmosfera y los mantos freáticos, por lo que carece de cualquier tipo de manejo técnico. Este vertedero no es solamente utilizado por la municipalidad de Colomba Costa Cuca, sino que es el vertedero predilecto de la mayoría de los poblados aledaños, convirtiéndose en un foco de contaminación preocupante para la población.

4.8 Aspectos financieros

De acuerdo con los datos proporcionados por la Dirección de Administración Financiera Integral Municipal (DAFIM), de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, se han estimado los siguientes gastos por recolección.

Cuadro 7 Gastos operacionales del servicio de tren de aseo.

Operaciones de nómina	Gastos mensuales	Anuales
▪ Transporte de residuos sólidos	Q11,658.33	Q139,900.00
▪ Combustibles y Repuestos	Q4,250.00	Q51,000.00
▪ Suministros (escobas, guantes, palas, carretas.)	Q4,585.42	Q55,025.00
▪ Salarios de nómina de empleados	Q51,369.01	Q616,428.22
Total, de gastos estimado	67,277.34	807,328.08

Fuente: elaboración propia en base a datos de la DAFIM, 2022.

El gasto de operación es de Q67,277.34 mensuales y un costo anual de Q807,328.08 por recolección de residuos sólidos del área urbana.

4.8.1 Ingresos por operación

La oficina del tren de aseo municipal establece un cobro a los usuarios del servicio de Q8.00 mensuales, no obstante, en base a la encuesta realizada a los usuarios (Anexo 8.3), el costo real del servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios no responde a lo establecido por la oficina, si no a disposición de cada usuario de acuerdo con lo que considere pagarle a la municipalidad por la prestación de este servicio que actualmente oscila en un precio de Q3.00 a Q5.00 y Q8.00.

4.9. Cobertura de recolección.

A continuación, se presenta la fórmula, con la cual se estimó el rango de cobertura de recolección del área de estudio.

Cálculo de la cobertura de recolección de los residuos sólidos domiciliarios.

$\%CR = \left[\frac{DSR}{DTAU} \right] = X 100$	<p>%CR= % Cobertura de recolección DSR= Domicilios con servicio de recolección DTAU= Domicilios totales de la muestra</p>
$\% \text{ Cobertura de recolección} = \left[\frac{62}{101} \right] X 100$	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>= R/ 61.39%</p> <p>Cobertura estimada de recolección</p> </div>
<p>Rango aceptable: 60 % Rango regularmente aceptable: 30 _ 59% Rango no aceptable: < 30%</p>	

Fuente: *elaboración propia.2022.*

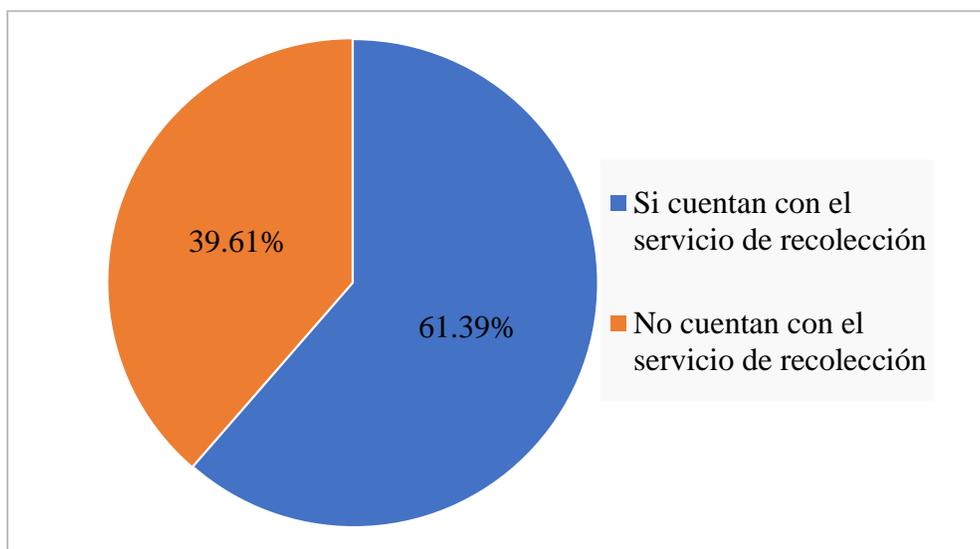
La cobertura es un indicador que expresa la recolección de residuos sólidos domiciliarios en relación con la cantidad total de las viviendas. Se estructuró de acuerdo con el Cuadro 11; en él se detalló el proceso para la determinación del porcentaje de los domicilios que cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos. Se determinó en base a la muestra de 101

viviendas, donde 62 domicilios cuentan con el servicio de recolección, dando como resultado una cobertura aceptable de acuerdo al rango superior a 59%, de la fórmula que se indica en el Cuadro 11, que determinó un porcentaje del 61.39%.

4.10 Manejo de residuos sólidos a nivel domiciliar.

De acuerdo con los datos obtenidos de la boleta de encuesta Anexo 8.3, aplicada a la muestra de 101 viviendas del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, se determinó que 62 domicilios que cuentan con el servicio de recolección representan el 61.39% y 39.61% no cuentan con un servicio de recolección de residuos sólidos. A continuación, se presentan de manera gráfica los porcentajes de domicilios que utilizan el servicio de recolección y los domicilios que no cuentan con ello.

Figura 2. Porcentaje de los domicilios con servicio de recolección.



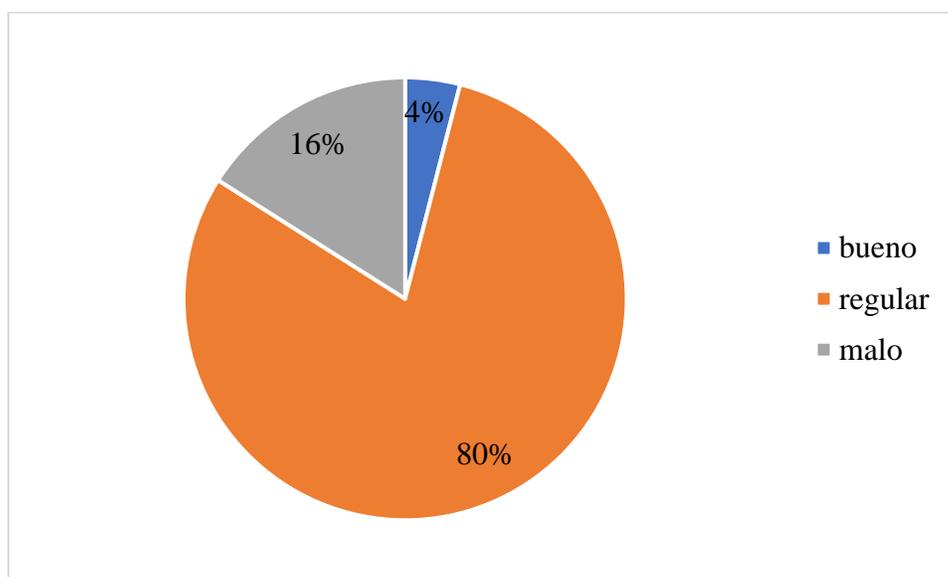
Fuente: elaboración propia.2022.

Los 62 domicilios con el servicio de recolección se encuentran divididos en 24 viviendas que pagan un total de ocho quetzales, lo cual da un porcentaje del 40% y diecinueve viviendas que pagan por el uso del servicio cinco quetzales, esto se convierte en el 30%, dejando a diecinueve domicilios con el menor pago por servicio, de tres quetzales, generando un porcentaje del 30%; de estos domicilios solo el 4% expresó estar conforme con el servicio que presta el tren de aseo calificándolo como bueno. Un 95% lo calificó como un servicio costoso.

4.10.1 Percepción de la calidad del servicio de recolección de residuos

La percepción del nivel de calidad, en base a la boleta de campo, (Anexo 8.3), identifica que solo un 4% de domicilios expresaron que el servicio es bueno, un 80% de viviendas lo calificó como regular y un 16% de la población comentó que el servicio es malo porque no cumple con sus expectativas, debido a que hay bolsas rotas por demora en la recolección, residuos restantes en las esquinas y calles, número limitado de bolsas permitidas y algunos tipos de residuos no aceptados durante la recolección, como ramas y objetos muy grandes. A Continuación, se presenta una gráfica de la percepción del servicio de recolección.

Figura 3. Porcentajes de la percepción del servicio.



Fuente: elaboración propia.2022.

4.10.2 Adquisición del servicio de recolección de residuos, de los usuarios que no cuentan con el servicio.

De los usuarios que no cuentan con el servicio de recolección, solo el 3% expresaron estar de acuerdo en adquirir el servicio con un costo de Q8.00 y un 92% indicó que no estaba de acuerdo. De igual manera la percepción de la población de usuarios y no usuarios es en su mayoría regular, con una inclinación a negativa. Estos resultados presentan grandes desafíos para la entidad municipal encargada de velar por el bienestar y salud de su población, que se ve reflejada en el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios.

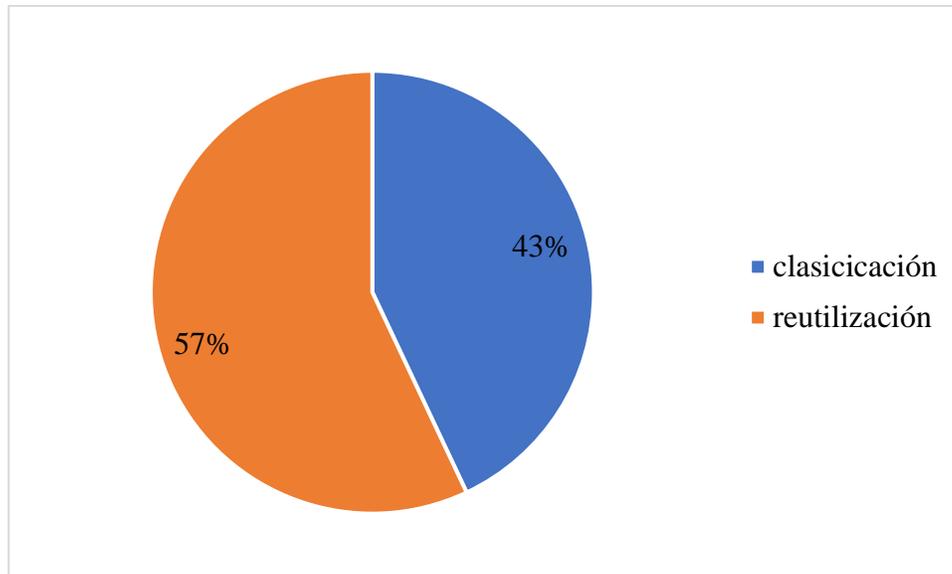
4.11 Almacenamiento.

Los usuarios del servicio de recolección del área urbana de la cabecera de Colomba Costa Cuca, almacenan actualmente sus residuos sólidos en distintos recipientes, los cuales van desde costal, bolsas plásticas, cubetas o toneles, cajas de cartón previo a su recolección y disposición final.

4.12 Clasificación y Reutilización.

En base a los datos obtenidos por medio de la boleta de entrevista, Anexo 8.3, a continuación, se presentan los porcentajes de los hogares que realizan la clasificación y reutilización.

Figura 4. Porcentaje de la población que realiza clasificación y reutilización de los residuos sólidos.



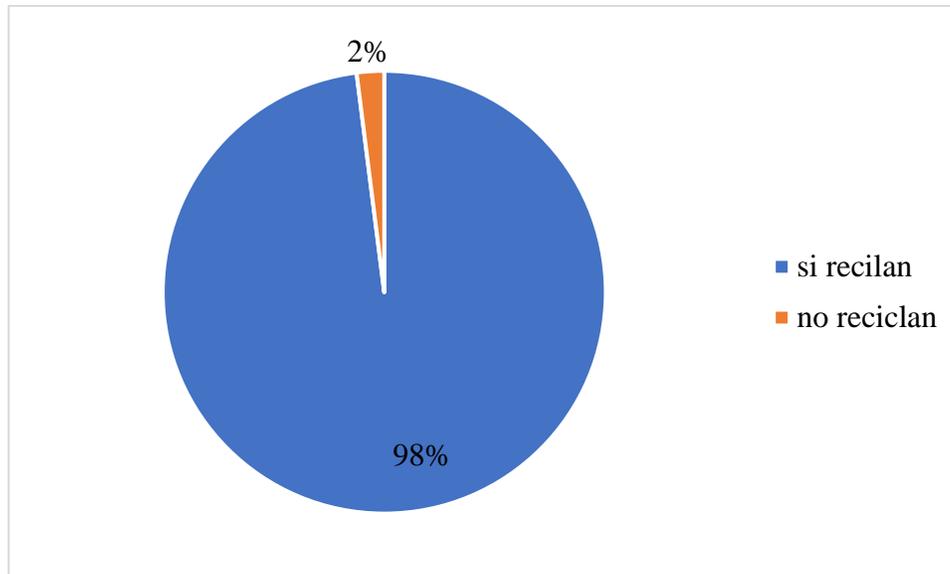
Fuente: elaboración propia.2022.

De acuerdo con los datos obtenidos y presentados en la figura 4, el 43% de las viviendas clasifican los residuos generados y el 57% de los domicilios reutiliza nuevamente o aprovecha algo que ya ha sido creado o producido en la generación de residuos sólidos dentro de los domicilios, los mismos expresaron ser motivados por el beneficio económico y de aprovechamiento que le brindan los residuos al clasificarlos en latas vidrios y orgánicos y reutilizándolo en macetas cercos.

4.13 Reciclaje

En relación con el reciclaje el 98% los residuos generados en el entorno doméstico, los residuos tales como costales o embaces de plástico se separan y se envían a lugares de acopio donde se venden al extranjero.

Figura 5. Porcentaje de la población que recicla los residuos sólidos.



Fuente: elaboración propia.2022.

4.14 Disposición final

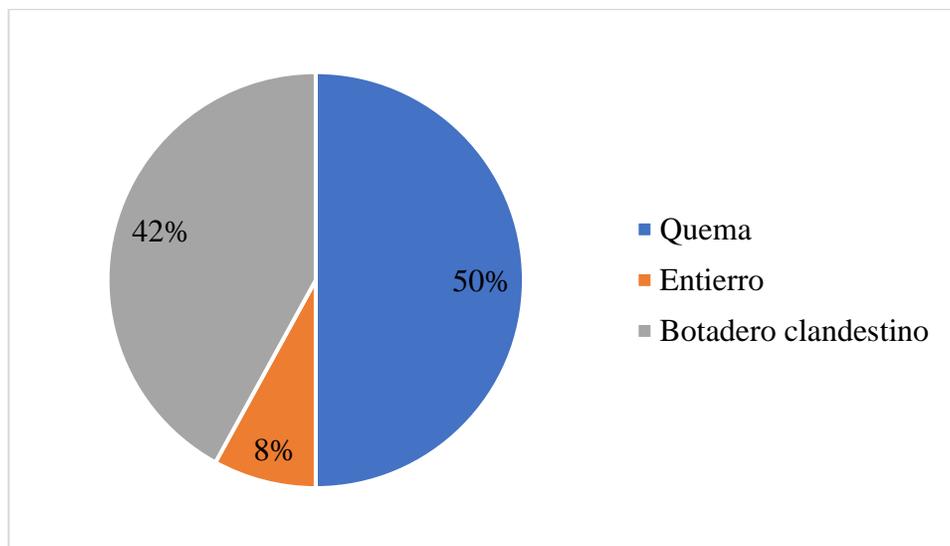
El 61.39% si cuentan con una recolección de sus residuos generados en los domicilios el cual es llevado al botadero municipal a diferencia del 38.61% de los domicilios que no posee el servicio de recolección, dispone de manera personal de sus residuos sólidos, los cuales encuentran distintas maneras de eliminarlos, éstas se categorizan en tres: quema, entierro y botaderos clandestinos.

La disposición final con mayor porcentaje es la quema, esta se realiza en los patios o terrenos de los domicilios o en fogones de cocina, durante la cocción de alimentos. Los principales residuos utilizados son: cartón, papel, plásticos, PET, estos se convierten para las viviendas en materias prima de combustión, realizando un aprovechamiento de su potencial energético, obviando los presuntos daños a la salud, que el humo de la combustión de estos residuos pueda generar en los individuos, que habitan en el hogar.

No existen empresas privadas o particulares que se encarguen de los residuos sólidos de los domicilios, ya que el costo que proporciona la municipalidad por este mismo servicio es menor, al costo promedio de recolección de residuos sólidos de manera privada.

A continuación, se presenta el porcentaje en tres categorías porcentuales, tales como: quema, entierro y botadero clandestino, derivado de 38.61% de los domicilios que no cuentan con el servicio de recolección.

Figura 6. Categorías porcentuales de disposición final de la población sin cobertura del servicio de recolección.



Fuente: elaboración propia.2022.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para obtener la densidad, composición, caracterización y producción per cápita de los residuos sólidos domiciliarios que se generan en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, se aplicó como instrumento de recolección de datos, una boleta dirigida a los 101 domicilios que conformaron la muestra. También se aplicó el método de

cuarteo, utilizado para reducir la muestra y establecer la composición física de los residuos sólidos.

Se identificó una densidad promedio de 159.66 kg. En relación a la caracterización de residuos, se determinó un peso total de 1,047.44 kg a la semana; de estos el de mayor porcentaje fue el orgánico con un 46%.

También se procedió a la operación del cálculo de producción per cápita PPC, donde la totalidad del peso recolectado se dividió por los 625 habitantes de la muestra de 101 domicilios, dando como resultado una producción per cápita de 0.419 kg.

Se identificó que se generan 0.419 kg por habitante al día de residuos sólidos domiciliarios, en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, de la cual la de tipo orgánico conforma la mayor cantidad, con un 46%, dejando al papel, cartón, vidrio, metales y PET, con el menor porcentaje; esto se debe al interés económico que hay detrás de estos residuos, por lo que la cantidad que llega a recolectarse diariamente es pequeña, realizando así un reciclaje de parte de los habitantes de los domicilios.

Para determinar el actual manejo de los residuos sólidos domiciliarios que la población y la municipalidad realizan en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, se aplicaron encuestas, entrevistas y guías de observación dirigidas a los 101 domicilios.

Según los resultados, el total de los domicilios que realiza algunas de estas acciones tales como clasificación, reutilización y reciclaje, están motivados por el aprovechamiento económico o energético, ya sea para quemar y ahorrar en costos de gas, o en alimentación para distintos animales de corral o mascotas; como gatos y perros.

En relación al aspecto operativo, dentro de la municipalidad, es importante mencionar que no existe ningún plan técnico para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios

En cuanto a los aspectos administrativos municipales sobre el manejo de los residuos sólidos domiciliarios, es perceptible la falta de interés político que existe dentro del tema de manejo de los residuos sólidos, donde se ve reflejada la inexistencia de capacidad técnica en la recolección de residuos, por medio de la oficina de tren de aseo municipal. La carencia de infraestructura adecuada, de planes, políticas y proyectos, son factores claves que presentan

ser un reto para abordar el manejo de los residuos sólidos de una manera técnica, que aporten al mejoramiento y mitigación del impacto de los residuos generados diariamente del área urbana de la cabecera municipal,

Para generar una propuesta para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango; es importante tomar el residuo de mayor porcentaje, que en este caso fue el orgánico. Éste posee características de incorporación por procesos bioquímicos a la naturaleza; en procesos llevados a cabo por composteras, que convertirán los residuos orgánicos en productos como abonos y fertilizantes, creando así un aprovechamiento.

Conforme a toda la información recaba, el impacto que tiene el manejo de los residuos sólidos actualmente, se refleja en su baja aceptación por la población de usuarios y no usuarios del tren de aseo municipal, altas descargas de residuos sólidos sin ningún tipo de manejo técnico al botadero, que carece de cualquier medida adecuada.

6. CONCLUSIONES

- Se analizó el manejo de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, con la finalidad de elaborar una propuesta, por lo que se identificó, que dentro del área urbana de la cabecera municipal no cuentan con ningún plan y manejo técnico de residuos sólidos

domiciliares, por lo que solo el 61.39% cuenta con el servicio de tren de aseo municipal y un 38.61% de los domicilios muestreados, no cuenta con este servicio de recolección, por esta situación optan por disponer a su manera de los residuos, buscando un beneficio económico o un aprovechamiento de los mismos.

- Se concluye en relación con la caracterización, que la composición de los residuos sólidos domiciliarios es de 46% orgánico, la producción per cápita se encuentra en 0.419 kg por habitante al día, en base a la muestra tomada de los 101 domicilios, los cuales se podrían utilizar como materias primas en la elaboración de abonos y fertilizantes a través de una compostera.
- Se concluye que el actual manejo de los residuos sólidos domiciliarios que la municipalidad realiza en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango, no es técnico para la generación de residuos domiciliarios y esto repercute en la baja satisfacción de la población, que lo calificó como regular en un 80% con una inclinación a negativa.
- Se generó una propuesta para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango relacionada con la separación de los residuos de tipo orgánico dirigida a la Municipalidad.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades municipales tomar la decisión de implementar un manejo técnico de los residuos sólidos del casco urbano de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca y que para ello se asesoren de apoyo técnico profesional para

su implementación y ejecución. La planificación para el manejo técnico debe basarse en los resultados de esta investigación, tomando en cuenta la producción per cápita de residuos que se generan por habitante al día, en la cual el mayor porcentaje de composición es de tipo orgánico.

- Es importante que los domicilios del casco urbano de Colomba Costa Cuca empleen acciones de separación de sus residuos sólidos para garantizar un posterior aprovechamiento; por lo que la municipalidad, debe implementar capacitaciones al personal municipal involucrado y campañas de concientización dirigida a los domicilios del área urbana sobre la separación y aprovechamiento de residuos.
- Se recomienda la implementación de monitoreos mensuales, a través de encuestas de satisfacción del servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios prestado a la población, con la finalidad de mejorar el servicio brindado y aumentar la cobertura.
- Se recomienda que la administración municipal de Colomba Costa Cuca analice la propuesta presentada en este documento, en conjunto con el Consejo Municipal y que se implemente el plan de separación de los residuos sólidos de origen domiciliar, en el área urbana.



Universidad de san Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente
División de Ciencia y tecnología
Ingeniería en gestión ambiental local.

8. PROPUESTA

“PROPUESTA PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, DEL ÁREA URBANA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE COLOMBA COSTA CUCA”

Elaborado por:
Normán Toscaní Chávez Mayén
Carnet : 201631493

Quetzaltenango, noviembre 2022.



8.1 Presentación.

La generación de residuos sólidos domiciliarios se encuentra en constante crecimiento, especialmente en las áreas urbanas, ya que en éstas se ubica una mayor población, por los beneficios que tiene vivir en ciudades; este es el caso que presenta el casco urbano de Colomba Costa Cuca en el que la generación de residuos sólidos domiciliarios estimada es de 0.34 kg al día.

La propuesta que a continuación se presenta es un plan para la separación de los residuos sólidos domiciliarios, de tipo orgánico, la cual se divide en dos fases; capacitación y concientización del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, la cual tiene como objetivo general fomentar la separación de los residuos orgánicos de los inorgánicos durante la etapa de generación.

La propuesta está dirigida a la Municipalidad de Colomba Costa Cuca por ser el ente encargado del casco urbano de Colomba Costa Cuca, que busca el mejoramiento del medio ambiente, la reducción de los residuos sólidos por medio de medidas que incentivan proyectos, en el aspecto de ambiente, según el Acuerdo Gubernativo No. 111-2005.

8.2 Justificación

La falta de un plan para la separación de los residuos sólidos domiciliarios, contribuyen a un caos en el delicado equilibrio ambiental, afectando de manera directa o indirecta a los bienes naturales; (Agua, Flora, Fauna y Atmósfera) malos olores, contaminación visual.

A partir de los resultados en el estudio de investigación “Análisis del manejo de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango y propuesta para su manejo”, realizada en el periodo de junio a septiembre del año 2021, se determinó una generación por domicilio de 0.34kg de residuos sólidos al día, estimada de una muestra representativa de 101 domicilios con una composición del 46% de tipo orgánico.

Derivado de estos resultados se busca fomentar la separación de residuos domiciliarios orgánico de los inorgánicos, en la etapa de recolección, por lo que se crearían los primeros pasos para un manejo técnico de parte de la municipalidad. Por consiguiente, esto cambiará

la mala percepción de los usuarios actuales respecto al servicio de recolección, debido a que se identificó una cobertura del 61.39% de domicilios; con una mala percepción del 80%, lo cual, con la implementación de la propuesta, podría incorporar a nuevos domicilios incrementando la cobertura y reduciendo así las prácticas empíricas de la disposición final de los residuos sólidos, por parte de los domicilios; por lo que la propuesta se considera de relevante importancia para reducir y minimizar la contaminación ambiental generada por los domicilios en el casco urbano de Colomba Costa Cuca.

8.3 Objetivo

Objetivo general

Fomentar la separación de los residuos orgánicos de los inorgánicos durante la etapa de generación en el casco urbano de Colomba Costa Cuca.

Objetivos específicos

- a) Capacitar al personal encargado del servicio de recolección de la municipalidad sobre el manejo técnico de los residuos domiciliarios.

- b) Concientizar a través de la municipalidad, a los domicilios del casco urbano de Colomba Costa Cuca, sobre la importancia de la separación de los residuos orgánicos de los inorgánicos y su proceso.

8.4 Primera fase: capacitación

Proceso para la capacitación dirigida al personal encargado del servicio de recolección de la municipalidad sobre el manejo técnico de los residuos domiciliarios del casco urbano de Colomba Costa Cuca

8.4.1 Cobertura

La capacitación se brindará a todos los colaboradores del servicio de recolección de la municipalidad como: Encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y a un encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal.

8.4.2 Metodología:

La capacitación sobre la separación de residuos orgánicos de inorgánicos se implementará con una metodología de aprendizaje teórica y participativa, de manera presencial, para que los colaboradores formen parte activa de la capacitación, permitiendo así que construyan conceptos y manifiesten sus ideas y puntos de vista, trabajen en equipo y que el aprendizaje sea más efectivo.

Al finalizar la capacitación también se efectuará una evaluación donde se medirá el grado de aprendizaje de los capacitados, además deberán de hacer una evaluación del expositor y de los contenidos para su retroalimentación.

La capacitación está dividida en 2 módulos en los cuales se incluyen temas según las debilidades que se identificaron durante el análisis del manejo de los residuos sólidos domiciliarios.

Estos temas se pueden modificar en cuanto a orden o contenido dependiendo de las necesidades específicas que vayan surgiendo en la capacitación.

8.4.3 Duración y Horario

Se propone realizar la capacitación en un horario de 3:00 a 5:00 p.m. cuando los empleados han terminado la jornada de recolección, los viernes durante 2 semanas.

8.4.4 Módulos de capacitación

Cuadro 1. Módulos de capacitación

Modulo	Titulo
I	¿Qué es el manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios?
II	Residuos de tipo orgánico.

Fuente: elaboración propia.2022.

Temas de capacitación para el módulo 1

Cuadro 2. Temas de capacitación del módulo I

Modulo I	
Manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios.	
Tema 1:	Etapas del manejo de residuos sólidos domiciliarios.
Tema 2:	Separación de residuos durante su etapa de generación.
Tema 3:	Recolección de residuos sólidos domiciliarios.
Tema 4:	Transporte de residuos sólidos domiciliarios.
Tema 5:	Disposición final de residuos sólidos domiciliarios.

Fuente: elaboración propia.2022..

Cedula informativa, módulo I

Cuadro 3. Cedula informativa de capacitación del módulo I

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.		
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).	
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas	
No. De modulo: I Manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios.	Tema 1: Etapas del manejo de residuos sólidos domiciliarios.	
Objetivo: Dar a conocer las etapas del manejo de residuos sólidos domiciliarios.		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA

Generación Recolección Transporte Disposición final	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes
--	---	---

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 4. Cedula informativa de capacitación del módulo I

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.		
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).	
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas	
No. De modulo: I Manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios.	Tema 2: Separación de residuos durante su etapa de generación	
Objetivo: Conocer la importancia de la separación durante su generación		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
¿Qué es separación? Importancia de la separación Beneficios de la separación	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 5. Cedula informativa de capacitación del módulo I

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.		
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).	
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas	
No. De modulo: I Manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios.	Tema 3: Recolección de residuos sólidos domiciliarios	
Objetivo: Dar a conocer la relevancia de una correcta recolección de residuos sólidos domiciliarios		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
Importancia de la recolección	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 6. Cedula informativa de capacitación del módulo I

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.	
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas
No. De modulo: I Manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios.	Tema 4: Transporte de residuos sólidos domiciliarios

Objetivo: Dar a conocer la importancia del transporte adecuado de los residuos sólidos domiciliarios.		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
importancia del transporte técnicas del transporte Mejoramiento durante el transporte de residuos sólidos .	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 7. Cedula informativa de capacitación del módulo I

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.		
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).	
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas	
No. De modulo: I Manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios.	Tema 5: Disposición final de residuos sólidos domiciliarios	
Objetivo: comunicar sobre la relevancia de la disposición final		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
Tipos de disposición final Disposición final de manera técnica Beneficios de una disposición final apropiada	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente: elaboración propia.2022.

Temas de capacitación para el módulo 2

Cuadro 8. Temas del módulo II

Modulo II	
Residuos de tipo orgánico.	
Tema 1:	Composición de los residuos de tipo orgánico.
Tema 2:	Beneficios de la separación de residuos orgánicos durante la etapa de generación.
Tema 3:	Productos de la transformación de los residuos orgánicos.
Tema 4:	Potencial de aprovechamiento de residuos orgánicos.

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 9. Cedula informativa de capacitación del módulo II

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.		
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).	
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas	
No. De modulo: 2 Residuos de tipo orgánico	Tema 1: Composición de los residuos de tipo orgánico	
Objetivo: Dar a conocer la relevancia de los residuos que conforman el tipo orgánico		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
¿Qué residuos entran en la categoría de tipo orgánico? ¿Cuál es la relevancia de agrupar los residuos en la categoría de orgánico?	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 10. Cedula informativa de capacitación del módulo II

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.		
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).	
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas	
No. De modulo: 2 Residuos de tipo orgánico.	Tema 2: Beneficios de la separación de residuos orgánicos durante la etapa de generación	
Objetivo: Dar a conocer los beneficios de la separación de residuos orgánicos durante la etapa de generación		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
Beneficios de la separación Ventajas de la separación Cómo incorporar la separación en el proceso de recolección	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 11. Cedula informativa de capacitación del módulo II

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.	
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas
No. De modulo: II Residuos de tipo orgánico.	Tema 3: Productos de la transformación de los residuos orgánicos
Objetivo: Dar a conocer los principales productos de la transformación de los residuos orgánicos	

CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
Productos generados a través del aprovechamiento y su relación directa con la separación de residuos	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente: elaboración propia.2022.

Cuadro 12. Cedula informativa de capacitación del módulo II

CEDULA INFORMATIVA DE CAPACITACIÓN : Manejo técnico de los residuos sólidos domiciliarios.		
Lugar: Salón municipal	Dirigido al encargado de la oficina de recolección de residuos sólidos, piloto del tren de aseo y 5 recolectores de residuos sólidos domiciliarios y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).	
No. de participantes: 8	Tiempo de duración: 2 horas	
No. De modulo: 2 Residuos de tipo orgánico.	Tema 4: Potencial de aprovechamiento de residuos orgánicos	
Objetivo: Dar a conocer los beneficios del potencial de aprovechamiento de los residuos orgánicos		
CONTENIDO	PERFIL DEL CAPACITADOR	METODOLOGIA
Potencial de aprovechamiento de residuos orgánicos	Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participativa, para generar aprendizaje interactivo. ▪ Teórico. ▪ Realización de dinámicas motivacionales donde se integren a todos los participantes

Fuente elaboración propia.2022.

8.4.5 Descripción de la dinámica a utilizar para el módulo I

¿Qué es un manejo técnico de residuos sólidos domiciliarios?

Para trabajar con los colaboradores:

Pregúntele a un compañero qué es para él que son los residuos sólidos de origen domiciliar. Anótelos y discútalos con su definición propia.

Cuadro 13. Dinámica conceptual.

Definición del compañero	Definición propia
Discusión	

Fuente: elaboración propia.2022.

Descripción de la dinámica a utilizar para el módulo II. Residuos de tipo orgánico.

Para trabajar con los colaboradores:

¿Identifica qué beneficios posee el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados por los domicilios, explique por qué son importantes?

Cuadro 14. Dinámica conceptual.

beneficios posee el aprovechamiento de los residuos orgánicos.	Porqué son importantes.

Fuente: elaboración propia.2022.

Descripción de la dinámica a utilizar para el módulo II. Cómo llevar a la práctica el aprovechamiento de los residuos de tipo orgánico.

Para trabajar con los colaboradores:

8.4.6 Evaluación final de los módulos I Y II

describa que son los residuos sólidos de origen domiciliar.

Indique que es la clasificación de residuos sólidos.

Describa cada una de las etapas del manejo de los residuos sólidos domiciliarios.

¿Por qué es importante la separación de los residuos sólidos orgánicos de los inorgánicos?

Enumere tres beneficios del aprovechamiento de los residuos sólidos de tipo orgánico

8.5 Cronograma

Cuadro 15: cronograma de capacitación a colaboradores.

CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN: para la capacitación y concientización en la separación de los residuos sólidos domiciliarios, de tipo orgánico de los inorgánicos, del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca”										
Fechas de realización en meses y semanas,										
Horario		3:00 a 5:00 p.m. y 5:00 a 6:00 pm								
Detalle de Módulos		Primer mes				Segundo mes				Profesional encargado de ejecutar el plan
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Módulo I										Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.
Módulo II										Ingeniero en Gestión Ambiental Local, o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.

Fuente: elaboración propia.2022..

8.6 Recursos materiales para la capacitación.

Para optimizar los recursos se recomienda usar el salón de usos múltiples municipal para llevar a cabo la capacitación tomando en cuenta que será 2 horas a la semana,

También se necesitarán los siguientes materiales.

- Equipo audio visual: cañonera, computadora.
- Marcadores.
- Material didáctico, material de apoyo.
- Presentaciones en programa Power Point.
- Receso de 15 a 20 minutos por capacitación para motivar a los colaboradores.

8.7 Instrucciones de la capacitación

- La capacitación tiene un carácter obligatorio, para los que han sido convocados: encargado de la oficina de tren de aseo, piloto del vehículo de recolección, recolectores y encargado de la unidad de gestión ambiental municipal por sus siglas UGAM.
- Escuchar atentamente al capacitador y tomar notas precisas.
- No se permite el uso de celulares dentro del salón de reuniones municipal, los mismos deberán de permanecer apagados.
- No se permite el ingreso de comidas y/o bebidas al salón municipal cuando se esté dando la capacitación.
- El programa de capacitación debe llevarse en forma presencial. Debe de cumplirse el 100% de asistencia.
- Se debe de tener puntualidad y permanencia durante el tiempo de la capacitación
- Proporcionar retroalimentación y participación en la capacitación.

8.8 Perfil del capacitador

Ingeniero en gestión ambiental local o técnico profesorado en pedagogía con orientación ambiental. Debe ser una persona con características de liderazgo, dinámico, con experiencia y conocimiento en capacitación e inducción; con amplios conocimientos en el área de manejo de residuos sólidos, ambiental, con capacidad para expresar ideas claras y concisas a los participantes.

A continuación, se presenta un perfil que debe tener el capacitador

Aspectos Generales:

- Líder.
- Excelentes relaciones interpersonales.
- Disponer del tiempo necesario para atender con eficiencia las capacitaciones.
- Manejo de grupos.
- Habilidad de comunicación.

- Experiencia en el tema de manejo de los residuos sólidos.
- Capacidad de trabajar en equipo.

8.9 Evaluación del programa de capacitación

Una vez finalizada la capacitación, se evaluarán los resultados. De esta manera se logrará determinar una retroalimentación confiable y útil para la consecución de los objetivos de la capacitación.

Es importante evaluar para poder tener juicios de valor, que permitan retroalimentar, validar y mejorar los procesos en los que se aplique esta evaluación al finalizar la capacitación. La evaluación debe ser integral, es decir que tiene que abarcar la totalidad del proceso de capacitación. Esto permitirá identificar el cumplimiento de los objetivos, las áreas susceptibles de mejora, la eficiencia de los capacitados al asimilar la información brindada, los recursos disponibles y su aplicación, en la separación de los residuos orgánicos.

Se deben evaluar principalmente los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de objetivos planteados en el plan de capacitación
- Si la capacitación ha contribuido a resolver el problema identificado inicialmente en la investigación sobre la separación de los residuos sólidos de origen domiciliar.
- Si se han gestionado eficazmente los recursos asignados para la capacitación.
- Si la persona contratada para la capacitación cumplió con los requerimientos exigidos.

El capacitador evaluará los siguientes aspectos de periodo de capacitación:

- Organización.
- Metodología.
- Condiciones.
- Recursos utilizados.

8.10 Presupuesto de la Capacitación.

Cuadro 16. Costos de capacitación.

	Recursos	Costo	Total	Personal Capacitado	Costo por persona
1	Profesional.	Q 280.00/ por hora de la capacitación, 6 horas al mes, por 2 meses	Q.3,360.00	8	Q.420.00
2	Material de Apoyo.	9 documentos, a un precio de Q. 30.00	Q.270.00	8	Q.33.75
3	Refacción.	9 refacciones a 18.00 cada una por capacitaciones	Q.180.00	9	Q. 22.50
4	Salón, Mobiliario y Equipo.	Instalaciones, equipo y mobiliario de la municipalidad	Sin costo	Sin costo	Sin costo
5	Equipo Audio visual y computadora.	Se alquilará una cañonera a Q.80.00 por hora por 6 horas	Q.480.00	8	Q60.00
6	Otros.	2 marcadores para pizarra, Q. 10.00 y 8 lapiceros a Q2.00	Q.36.00	8	Q.4.50
		Costo total de capacitación	Q.4,326.00	Costo por persona capacitada	Q.554.75

Fuente: elaboración propia.2022.

El presupuesto está calculado en base al plan de capacitación el cual se ejecutará según los recursos financieros de la municipalidad.

8.11 Segunda fase: Concientización.

8.11.1 Público objetivo de la concientización.

Adultos, jóvenes y niños de 8 a 60 años que residen el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca.

8.11.2 Objetivo general

Fomentar en los habitantes la separación de los residuos orgánicos de los inorgánicos través de medios de comunicación en el área del casco urbano de Colomba Costa Cuca.

Objetivos específicos

- Creación de un spot para radio local sobre la importancia de la separación de los residuos sólidos de tipo orgánicos de los inorgánicos del área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca.
- Creación de un página web informativa e interactiva sobre la importancia de la separación de residuos sólidos y el cuidado del medio ambiente.

Guion del spot de radio local

Si amas a Colomba,

- ¡PRESTA ATENCIÓN!

Cuando no separas los residuos orgánicos de los inorgánicos.

- ¡CUIDADO! creas desechos que contaminan tu ciudad, tu hogar.
- Contaminando calles y avenidas, barrios, barrancos y ríos.
- Esto perjudica tu salud y la de tus hijos.
- Un hogar que separa es un hogar limpio y saludable.

Público objetivo

Población en general que reside en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca.

Horario de emisión

Se emitirá de 5:00 a 8:00 am y repetición de 7:00 a 9:00 pm ya que estos son los horarios de inicio y final de jornadas laborales en el área por lo cual se espera que tenga mayor aceptación al público objetivo.

Medio de radio difusión.

Estará a cargo de “La voz de Colomba 99.1 FM”.

Responsable

Oficina de unidad de gestión ambiental municipal (UGAM).

Creación de una página de fans (Fan Page).

Paso 1.

creación de una página a cargo de la oficina de unidad de gestión ambiental municipal (UGAM).

Paso 2

Invitación a la población que no cuentan con servicio de recolección en el área urbana de la cabecera municipal de Colomba Costa Cuca.

Paso 3

Posts de las actividades, información y datos relevantes para el servicio de recolección como costos descuentos y horarios de recolección.

Cuadro17. Costos aproximados de la campaña concientización.

Actividad	Costo
Spot de radio	Q592.00
Creación de página web	Q-----
Internet	Q300
Computadora	Q-----
Costo total estimado:	Q892.00

Fuente: elaboración propia,2022.

Cuadro 18. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	Mes 1				Mes 2			
	1	2	3	5	6	7	5	8
Formulación de presupuesto y financiamiento para el plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios y concientización.	X							
Contratación de profesional en Ingeniería en Gestión Ambiental Local o profesorado en pedagogía con orientación ambiental.	X							
Capacitación al personal de la recolección de residuos sólidos y encargado de la unidad de gestión ambiental municipal.		X	X	X	X	X	X	X
Campañas de concientización sobre la separación de residuos de tipo orgánico de los inorgánicos.			X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia,2022.

9. BIBLIOGRAFÍA

Barrientos, M. A. (2016). Guía Práctica para la Formulación de Planes. Guatemala: GIZ.

- Centro internacional de investigaciones para el desarrollo - Canadá. (2006). Manual de gestión integrada de residuos sólidos municipales en ciudades de América Latina y Caribe.
- Cordova, G. (2017). Modelo de gestión integral del manejo de los desechos y residuos sólidos . Mazatenango: SanCarlos de Guatemala.
- Ecoembes. (s.f.). *Caracterización de Residuos*. Madrid, España: Ecoembalajes, España, S.A. Recuperado de: <https://www.Ecoembes.com>
- Elías, X. (2012). Reciclaje de residuos industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. (2ª. Ed). Madrid: Ediciones Días de Santos, S.A.
- Garavito, J. (2007). *Plásticos Protocolo*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería. Recuperado de <https://n9.cl/bii6p>
- Grajeada, C. (2020). *Geografía. Historia*. Guatemala: Guatemala.com. Recuperado de: <https://aprende.guatemala.com>
- Henry, J., & Heinke, G. (1999). Ingeniería Ambiental. 2da. Edición. México: Prentice Hall.
- Leganés (2015). *Compostaje de materia orgánica*. Madrid, España: Ayuntamiento de Leganés. Recuperado de: <http://www.leganes.org>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2007). *Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, Acuerdo Gubernativo 63-2007*. Ciudad de Guatemala.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2008). *Normativa sobre la política marco de gestión ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 791-2003*. Ciudad de Guatemala
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.(2015). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Acuerdo Gubernativo 281-2015*. MARN. Guatemala
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2021). *Residuos sólidos orgánicos*. MARN Guatemala. Recuperado de: www.marn.gob.gt
- Molina, J. (2018). *Manejo de residuos sólidos generados en comunidad “La Reina”, aldea El Rodeo, Escuintla*. [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. Quetzaltenango, Guatemala.
- Naciones Unidas. (1982). Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo. [Conferencia](pág. 3). Río de Janeiro.
- Naciones Unidas. (2002). *América latina y el Caribe hacia la cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible*. [conferencia]. San Tiago de Chile. Chile.
- Nuestra esfera. (2013). *Cómo se clasifican los residuos*. Santiago de Chile, Chile: Fauna. Recuperado de <https://n9.cl/8qug6>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA. (2014). La fiscalización ambiental en residuos sólidos. Perú: Cyclus Print Matt.
- Pérez, E. (2011). Procedimiento para la gestión y disposición de los residuos sólidos y peligrosos. Colombia: Universitarias.

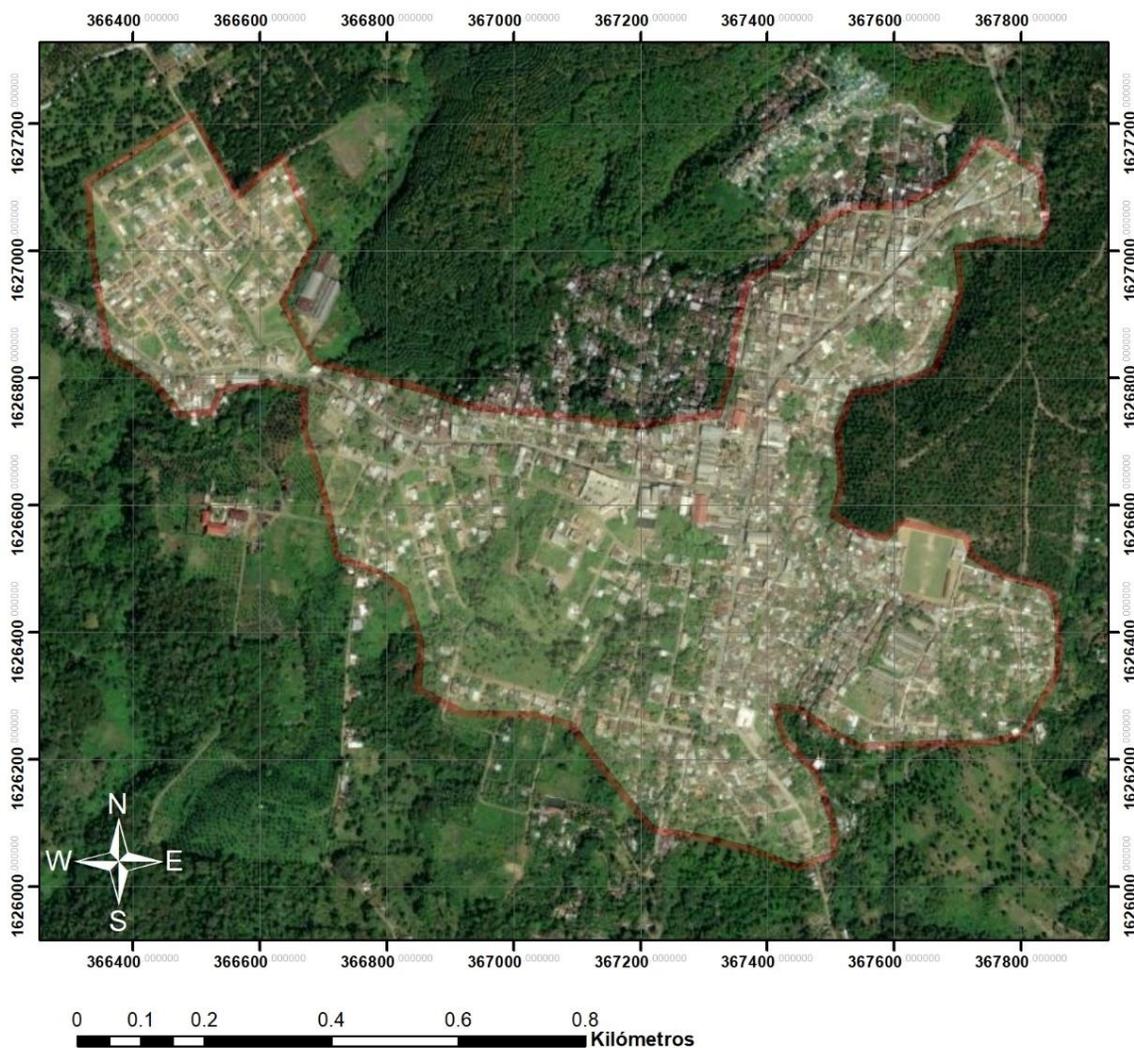
- Presidencia de la República de Guatemala. (2005). Política nacional para el manejo de residuos sólidos, Acuerdo Gubernativo No. 111-2005. Ciudad de Guatemala.
- Rivas C. (2018). *Piensa un minuto antes de actuar: gestión integral de residuos sólidos*. Bogotá, Colombia: Mi Comercio Industria y Turismo. Minambiente. Recuperado de: <https://n9.cl/5j5o3>.
- Rivera, F. J. (2015). *Análisis del manejo de residuos sólidos en el metamercado Municipal de Coatepeque, Quetzaltenango y propuesta para su manejo integral*. [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala]. Quetzaltenango, Guatemala.
- Rodríguez, R., Gómez, N., Zarauza, P., & Benitez, A. (2013). Guías Didácticas de Educación Ambiental. Andalucía: J. De Haro Artes Gráficas, S.L.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América Latina. Santiago de Chile: FAO.
- Romero, S. (2006). Incineración de residuos sólidos urbanos. Dpto. de Ingeniería Química. Facultad de CC. Químicas. Universidad Complutense de Madrid: España.
- Romero A. y Colina V.(2009).
- Rondón, E., Szanto, M., Pacheco, J, Contreras, E., & Gálvez A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago: Publicación de las Naciones Unidas
- Sáez, A. & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y El Caribe. *Omnia*, 20 (3), 121-135.
- Salvador, A. (s.f.). *Incineracion de residuos solidos urbanos*. Madrid, España: BisKaina21. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: <https://n9.cl/am3sn>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Ciudad de México: Lucart Estudio S.A. de C.V.
- Secretaría del Ambiente Depto. de Cundinamarca (2012). *Medio Ambiente. Mi compromiso*. Bogotá, Colombia: WordPress.com Recuperado de <https://blogvillapinzon.wordpress.com>
- Sites, G. (2012). Residuos Sólidos. Mountain View, EE.UU.: Google Sites. Recuperado de: <https://n9.cl/dn5lx>
- Smith (2011). *El reciclaje y que nos permite*. Mountain View, Estados Unidos: Google sites. Recuperado de: <https://sites.google.com>

- Soluciones Ambientales (2017). Todo lo que necesitas saber sobre el *relleno sanitario*. Ciudad de México, México: GEOSAI, geotextiles. Recuperado de <https://www.geosai.com>
- Sosa, D. E. (2019). “*Evaluación del sistema de manejo de residuos sólidos en La Laguna, Sololá y propuesta de participación social en los procesos de manejo de residuos sólidos*. [Tesis de pregrado, Universidad San Carlos de Guatemala] Quetzaltenango, Guatemala.
- USAID. (2018). *Mejoramiento del servicio público de recolección, limpieza y disposición final de los sólidos, municipales de la villa de Colomba Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango* . Colomba Costa Cuca.
- Van de Moortle, N. (2005). *Contaminación del agua*. Buenos Aires, Argentina: EUDEBA,
- Viana, C. (2020). La importancia de reciclar. La Pampa, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Zamora, P. (2015). *Fuente:s Móviles en ruta de Guatemala y los gases de efecto invernadero, año base 2013*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

10. ANEXO.

10.1. Figura 7. Área del casco urbano de Colomba Costa Cuca.

ZONA DE ESTUDIO CASCO URBANA, COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO.



Leyenda

 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio delimitado corresponde al área urbana del municipio de Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.



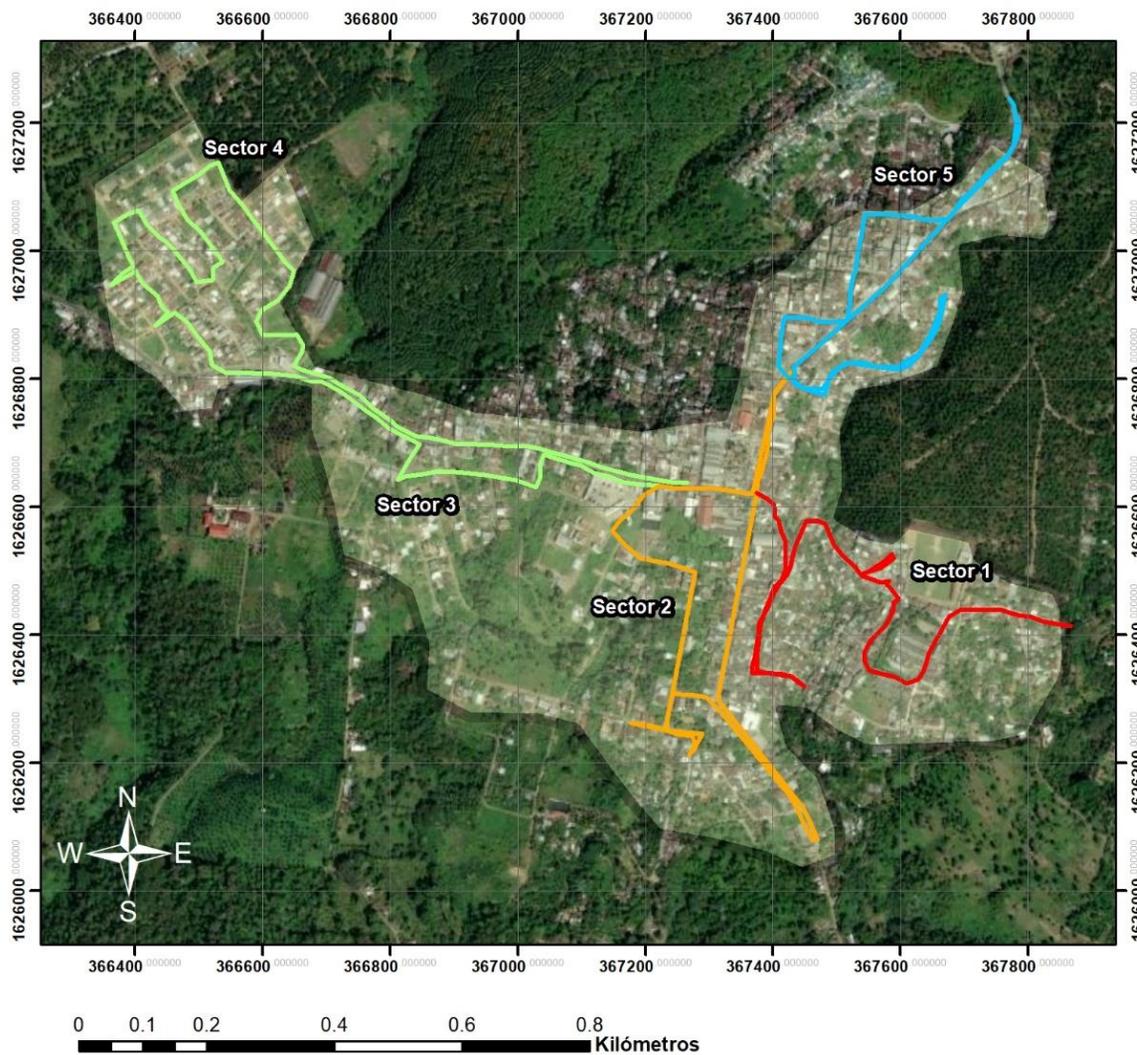
Elaborado por:
Norman Toscaní Chavez Mayén

Sistema de coordenadas GTM
Datum: WGS 84
Escala: 1:10,000
Quetzaltenango, 2021.

Fuente: elaboración propia, 2022.

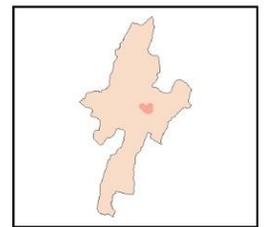
10.2. Figura 8. Mapa de rutas de recolección de residuos sólidos.

RUTAS DE RECOLECCIÓN, TREN DE ASEO MUNICIPAL -COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO-



Leyenda

- Primera Ruta
- Segunda Ruta
- Tercera Ruta
- Cuarta Ruta
- ÁREA DE ESTUDIO



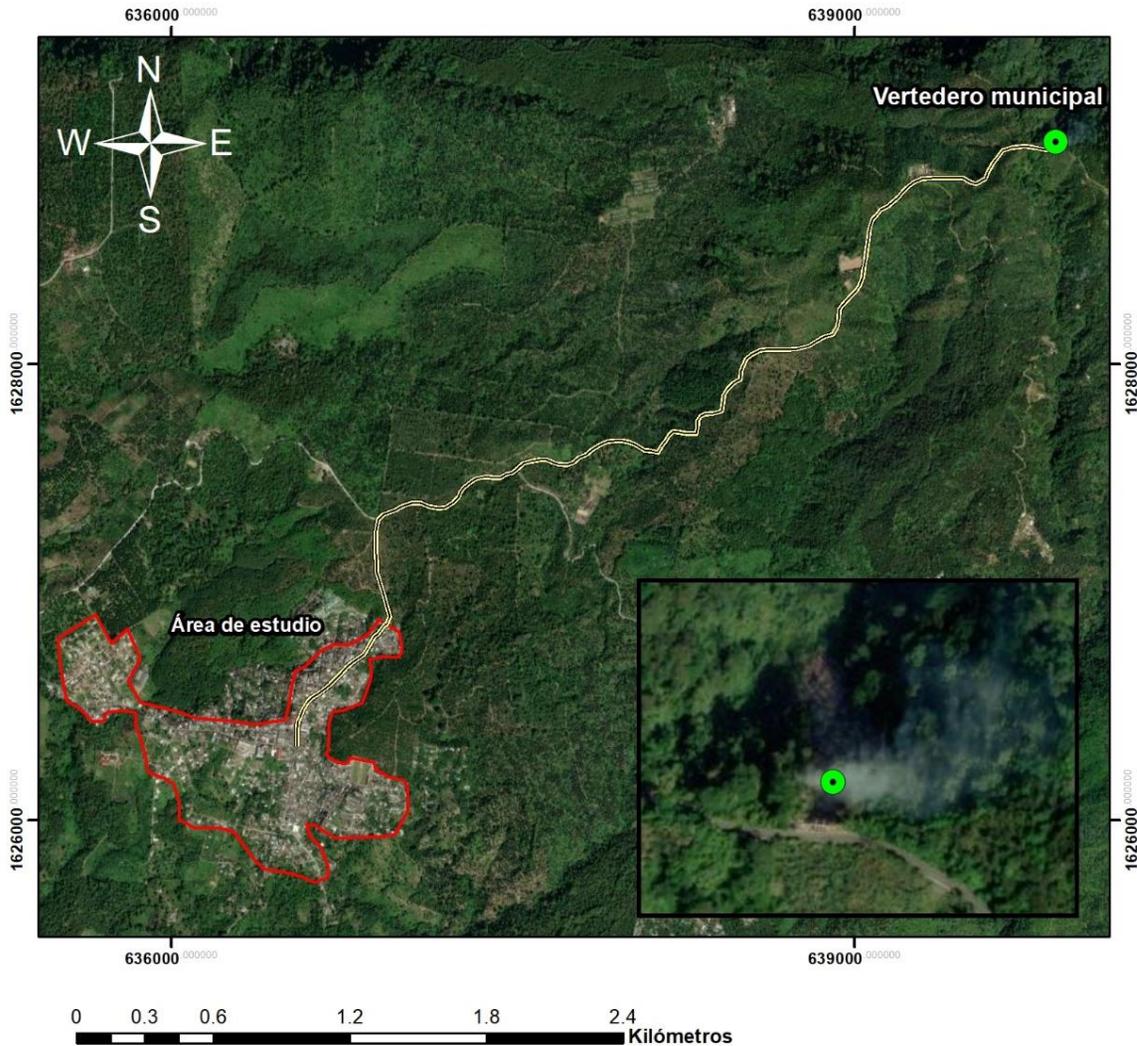
Elaborado por:
Norman Toscaní Chavez Mayén

Sistema de coordenadas GTM
Datum: WGS 84
Escala: 1:9,000
Quetzaltenango, 2021

Fuente: elaboración propia, 2022.

10.3. Figura 9. Mapa de distancia y ubicación del vertedero municipal de Colomba Costa Cuca.

DISTANCIA Y UBICACIÓN DE VERTEDERO MUNICIPAL COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO.

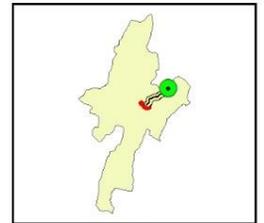


Leyenda

- Vertedero
- Recorrido
- Área de estudio

Vertedero municipal
ubicación geográfica:
Lat. 14°43'51.50"
Long. 91°42'1.92"

A una distancia de 20.5 Kms.
del municipio de Colomba Costa
Cuca.



Elaborado por:
Norman Toscaní Chavez Mayén

Sistema de coordenadas GTM
Datum: WGS 84
Escala: 1:4,300
Quetzaltenango, 2021

Fuente: elaboración propia, 2022.

10.4. Figura 10. Mapa de viviendas muestreadas del área urbana.

VIVIENDAS MUESTREADAS ÁREA URBANA, COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO.



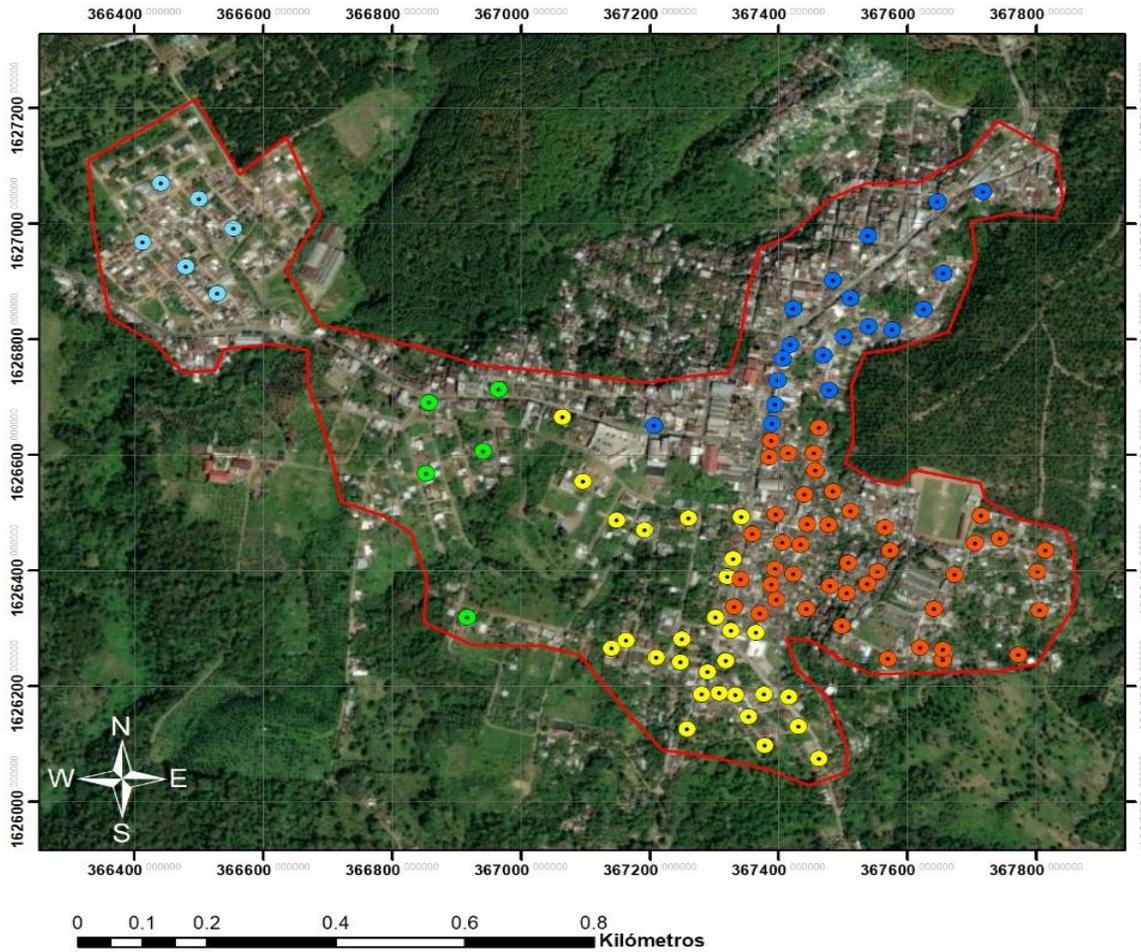
Leyenda

- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3
- Sector 4
- Sector 5
- ÁREA DE ESTUDIO

El tamaño de la muestra aplicado para la Caracterización de residuos sólidos, corresponde a 101 unidades muestrales, es decir, 101 viviendas.



Elaborado por:
Norman Toscaní Chavez Mayén
Sistema de coordenadas GTM
Datum: WGS 84
Escala: 1:8,000
Quetzaltenango, 2021.



Fuente: elaboración propia, 2022

Cuadro 8. Registro perca-pita de residuos sólidos domiciliarios.

No. Muestra/vivienda	No. Habitantes por domicilio	Peso total de los residuos (kg) en la vivienda		Generación per-cápita (kg/habi/día)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
Xn					
101					

Fuente: elaboración propia,2022.

10.5 Boleta de composición física de los residuos sólidos.

		Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Occidente. Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local			
Boleta de composición física					
Municipio:				Departamento:	
Fecha:				Hora:	
Peso de la muestra total: _____ (kg)					
Peso del recipiente: _____ (kg)					
Nombre de quien realiza el análisis: _____					
Clasificación residuos sólidos por categorías					
Categoría	Tipo de residuos.	Descripción.	Peso (kg/día)	Porcentaje (%)	
Aprovechable	Orgánico	Residuos de alimentos, residuos de jardinería			
	Papel/cartón	Papel, cartón, periódico, envases de cartón			
	Vidrio	Vidrio de color, vidrio transparente			
	Metales	Latas, hojalatas			
	PET	Envases PET			
No aprovechable	Plástico	Plástico película, plástico rígido, poliuretano, poli estireno, expandido			
	Otros	Loza y cerámica, hule, tetra pack, cuero, trapo, fibra sintética, residuo fino			
		Papel sanitario, pañal desechable			

	Baterías y aceites, focos y lámparas, pinturas y solventes, insecticidas y productos de limpieza, medicamentos caducos, jeringas, rastrillos, gasas y algodones, material de diálisis		
Semana 1/4	Muestra total:		

Fuente: elaboración propia, 2022.

10.6 Boleta para la determinación de la Densidad de los residuos sólidos domiciliarios.

	Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Occidente. Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.	
Boleta para la determinación de la Densidad de los residuos sólidos domiciliarios.		
Municipio:		Departamento:
Fecha:		Hora:
<p>Peso de la muestra: _____ (kg)</p> <p>Tara del recipiente: _____ (kg)</p> <p>Capacidad del recipiente: _____ (m³)</p> <p>Tara del recipiente: _____ (kg)</p> <p>Capacidad del recipiente tomada para la determinación: _____ (m³)</p> <p>Peso bruto (peso del recipiente con los residuos): _____ (kg)</p>		

Peso neto de los residuos (peso bruto - tara): _____
(kg)

Peso volumétrico “in situ” de los residuos: _____
(kg/ m3)

Responsable de la determinación de densidad
Nombre: _____

Cargo: _____

Dependencia/institución: _____

Observaciones: _____

Fuente: Guía para elaborar Estudios de Caracterización de residuos sólidos comunes, MARN, 2022.

10.7 Boleta de encuesta sobre los residuos sólidos a la población de área urbana de Colomba.

	Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Occidente. Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.		
Boleta de encuesta para el manejo de residuo solido domiciliars.			
Municipio:		Departamento	
Fecha:		Hora:	
A. Información general:			
Fecha de encuesta: _____ Hora: _____			
Vivienda No. (1 al 101)			

Coordenadas de ubicación: _____

Dirección: número de casa: _____ Calle y/o avenida: _____ Zona: _____

B. Información para determinar cantidad de residuos sólidos producidos por vivienda y persona:

Permitirá recolectar muestra de residuos sólidos:

Si (en qué fecha se hará la recolección) _____ No _____

Cantidad de personas que habitan la vivienda _____ Edades: _____

C. Información sobre manejo de residuos sólidos en la vivienda:

1. ¿Quién recoge la basura en su casa?

Municipalidad Particular Otro (cuál) Nadie

2. ¿Cuánto paga para que recojan la basura?

—

3. ¿Cada cuánto paga esa cantidad?

—

4. ¿Cada cuánto recogen la basura en su casa?

—

5. ¿Considera usted que el servicio de extracción es?:

Bueno Regular Malo Pésimo

6. ¿En qué tipo de transporte o vehículo recogen la basura:

¿Camión Pickup Carreta Otro (cual)? No utilizan vehículo

7. ¿Sabe qué hacen con la basura después que la recogen en su casa?

Sí (qué hacen con ella: la tiran en el suelo, la tiran al río, la queman, otros),

No sabe _____

8. ¿Sabe a dónde llevan la basura después que la recogen en su casa?

Sí (¿A dónde?) _____ No sabe _____

9. ¿En dónde echa la basura para entregársela al que la recibe?

Bolsa	Costal	Otro
10. ¿El precio incluye la bolsa o usted compra la bolsa?, ¿Cuánto cuesta la bolsa?_____		
11. ¿Separa usted la basura o sea saca el papel, las latas, el vidrio o lo echa todo en la misma bolsa?: Cuáles separa (categorías)_____		
12. ¿Reutiliza algo de lo que le sobra para no tirarlo en la basura?, por ejemplo: botes para hacer macetas, cartones de huevos para algún trabajo manual: Cuáles (tipo): _____		
¿En qué los reutiliza o para qué los reutiliza?_____		
13. Reciclaje: ¿Vende algo de lo que saca a la basura? por ejemplo: las latas, el papel, etc. ¿Cuáles recicla? _____		
¿A dónde lleva las cosas que recicla? _____		
¿A quién le vende?_____		
¿Por qué recicla?_____		
14. Si nadie recoge la basura en su casa, ¿qué hace con ella? La quema La entierra La tira en un lugar (indicar dónde) Otras cosas que hace con la basura (cuáles)_____		

Fuente: elaboración propia, 2022.

10.8 Boleta para la entrevista a funcionarios públicos.



**Universidad de San Carlos de Guatemala.
Centro Universitario de Occidente.
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.**



entrevista a funcionarios públicos

Municipio:		Departamento:	
Fecha:		Hora:	

¿Quién es la entidad encargada de los de residuos sólidos en el casco urbano?

¿Cuáles son las funciones que desempeña en el equipo?

¿Cuáles son los días habituales en los que recolectan los residuos sólidos?

¿Cuál es la estructura organizativa de la institución?

¿Por quienes está conformada la estructura administrativa de la organización?

¿En qué barrio se encuentra su domicilio o negocio?

¿Cuántas personas laboran en el tren de aseo en el casco urbano?

¿Cuáles son los problemas más recurrentes al momento de sacar los residuos sólidos?

¿Cuál es el precio de venta de los materiales de que recolectan?

¿Qué métodos usan para la disposición final de los residuos sólidos?

¿Cuáles han sido los desafíos más grandes a los que se ha enfrentado durante las labores de recolección o clasificación?

¿Qué tipo de herramientas o equipo es con el que cuenta para desempeñar su trabajo?					
Cuentan con equipo					
Si		No			
¿Qué tipo de equipo tienen y cuál usan?					
Cuál es el estado de equipo y herramientas		Excelente estado	Bueno	Regular	Malo
Con cuántos empleados cuenta					
Qué día se recolecta los residuos solidos					

Fuente: elaboración propia, 2022.

10.9 Boleta para la guía de observación.

		Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Occidente. Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.			
la guía de observación.					
Municipio:				Departamento:	
Fecha:				Hora:	
Objeto de observación:					

Fecha de observación:					

Lugar de observación:					

Aspectos organizativos de la municipalidad					
✓ Cuentan con el equipo necesario					
✓ En qué estado se encuentra el equipo que utilizan					
✓ Cuáles son las condiciones en las que laboran					
Recolección y transporte					
✓ Cuentan con el personal necesario.					
✓ Cuentan con equipo de gabinete ambiental					
Estado en que se encuentra el tren de aseo					

Separación de los residuos sólidos

- ✓ Cuentan con equipo de protección.
- ✓ En qué estado se encuentra el equipo básico de protección.
- ✓ En qué estado se encuentra las instalaciones de operación.

Reciclaje

- ✓ Como realizan la clasificación
- ✓ La recolección se hace de manera apropiada y técnica.

Compostaje

- ✓ Donde se realiza el compostaje
- ✓ Cuáles son las condiciones en las que se realiza

Disposición final

- ✓ Cuáles son los horarios habituales de la disposición final
- ✓ En qué condiciones se realiza la disposición final de residuos

Aspectos de relevancia:

Fuente: elaboración propia, 2022.

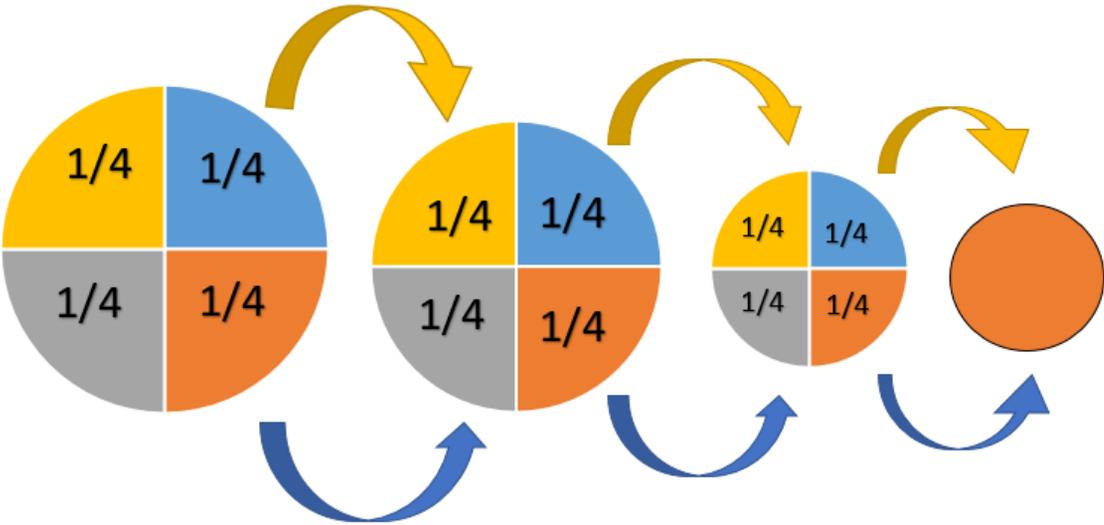
10.10 Método de cuarteo.

		Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Occidente. Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.					
Método de cuarteo.							
Municipio:				Departamento:			
Fecha:				Hora:			
Descripción:		Pr medio de este método se puede reducir y conocer la composición de los residuos sólidos.					
Objetivo:		Contar con residuos sólidos con características homogéneas.					
Materiales y Equipo:		<ul style="list-style-type: none">▪ Balanza (capacidad de 100 kg.)▪ Palas▪ Guantes de hule▪ Escobas▪ Botas de goma					

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mascarillas protectoras ▪ Formato de composición de residuos sólidos domiciliarios (Anexo 8.6.)
Procedimiento:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se saca el contenido de todas las bolsas del estrato definido y se vierten en un área donde se mezclan con la ayuda de palas. 2. Después de mezclar los residuos sólidos, se procede a dividir en cuatro partes lo más equitativamente posibles. 3. Se seleccionan dos cuartetos opuestos y se retiran los otros dos restantes, a modo de reducir la muestra. 4. Se vuelven a mezclar los residuos sólidos para realizar un nuevo cuarteo, y extraer nuevamente dos cuarteros opuestos de la muestra. 5. Repetir el procedimiento de cuarteo hasta obtener una muestra de aproximadamente de 100 libras (sin considerar el peso de la caja) que fue utilizada para realizar la composición de los residuos sólidos. 6. Al contar con la muestra se clasifican según el tipo de residuo (Anexo 8.6.) 7. Al clasificar según el tipo de residuo se pesa cada uno por separado, considerando que los volúmenes pequeños se deben de pesar en una balanza más sensible como, por ejemplo, las que son utilizadas para pesar alimentos a granel. 8. Luego de obtener el peso de cada residuo y con base al peso inicial de la muestra de cuarteo, se saca el porcentaje de cada residuo. (MARN, marn.gob.gt, 2018)
Densidad:	Esta se realiza aprovechando la fragmentación del método de cuarteo.

Fuente: Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes, MARN, 2022.

10.11 Figura 11. Método de cuarteo de residuos sólidos



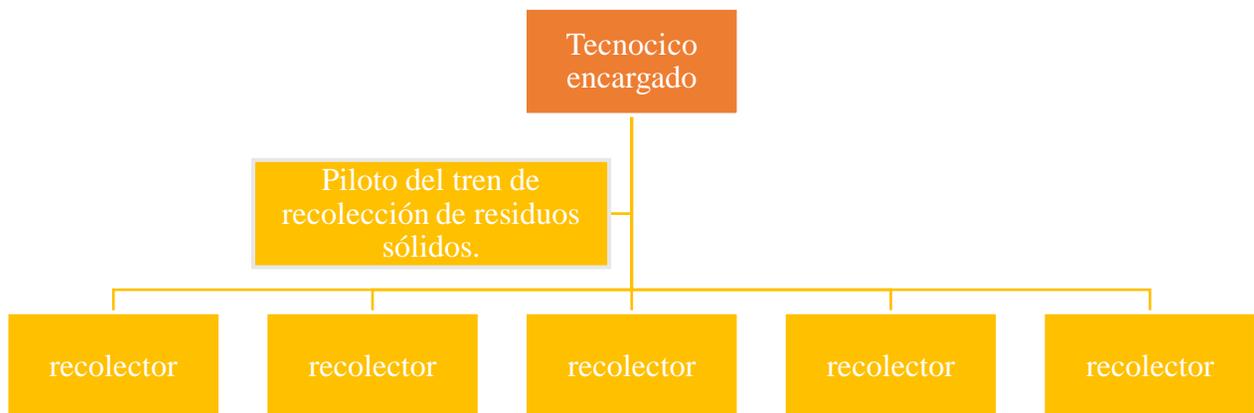
Fuente: elaboración propia, 2022.

10.12 Figura 12. Organigrama de la municipalidad de Colomba Costa Cuca.



Fuente: municipalidad de Colomba Costa Cuca, 2022.

10.13 Figura 13. Organigrama de la oficina de tren de aseo.



Fuente: municipalidad de Colomba Costa Cuca, 2022.

10.14 Documentación fotográfica.





Descarga de muestras recolectadas
método de cuarteo.

Fuente: elaboración propia,2022.



Fuente: elaboración propia,2022.



Pesado de residuos sólidos.

Fuente: elaboración propia,2022.



Área de caracterización de residuos sólidos.

Fuente: elaboración propia,2022.



Lugar de disposición final botadero municipal.

Fuente: elaboración propia, 2022.