



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal

**CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO,
ESTABLECIENDO COMO INCENTIVO LA REDUCCIÓN DEL PAGO DEL IUSI EN
VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA ZONA 4, CIUDAD DE GUATEMALA**

Ing. Carlos Eduardo Sabá Medrano

Asesorado por el Maestro Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque

Guatemala, agosto de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO,
ESTABLECIENDO COMO INCENTIVO LA REDUCCIÓN DEL PAGO DEL IUSI EN
VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA ZONA 4, CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. CARLOS EDUARDO SABÁ MEDRANO

ASESORADO POR EL MAESTRO ING. JUAN CARLOS FUENTES MONTEPEQUE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO MUNICIPAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICO LA DEFENSA DE TESIS

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
COORDINADOR	Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alejandro Alegre Ordóñez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO,
ESTABLECIENDO COMO INCENTIVO LA REDUCCIÓN DEL PAGO DEL IUSI EN
VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA ZONA 4, CIUDAD DE GUATEMALA**

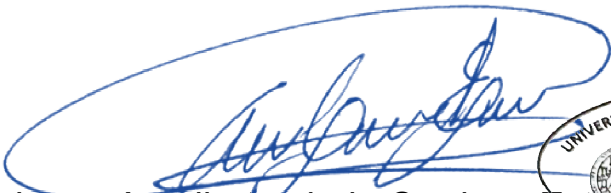
Tema que fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 09 de julio de 2019.

Ing. Carlos Eduardo Sabá Medrano

LNG.DECANATO.OI.565.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO, ESTABLECIENDO COMO INCENTIVO LA REDUCCIÓN DEL PAGO DEL IUSI EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA ZONA 4, CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Carlos Eduardo Sabá Medrano**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ingeniería para el desarrollo municipal después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, agosto de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, agosto de 2022

LNG.EEP.OI.565.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO, ESTABLECIENDO COMO INCENTIVO LA REDUCCIÓN DEL PAGO DEL IUSI EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA ZONA 4, CIUDAD DE GUATEMALA”

presentado por **Carlos Eduardo Sabá Medrano** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ingeniería para el desarrollo municipal**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director



**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**



Guatemala, 28 de noviembre de 2020.

M.Sc. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.Sc. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** de trabajo de graduación titulado: "CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO, ESTABLECIENDO COMO INCENTIVO LA REDUCCIÓN DEL PAGO DEL IUSI EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA ZONA 4, CIUDAD DE GUATEMALA" del estudiante CARLOS EDUARDO SABÁ MEDRANO quien se identifica con número de carné 1999-11626 del programa de **Maestría en Ingeniería para el Desarrollo Municipal**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

M.Sc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador
Área de Desarrollo Socio Ambiental y Energético
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería USAC



Guatemala, 28 de noviembre 2020.

**Ingeniero M.Sc.
Edgar Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería USAC
Ciudad Universitaria, Zona 12**

Distinguído Ingeniero Álvarez:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que como asesor de trabajo de graduación del estudiante CARLOS EDUARDO SABÁ MEDRANO, Carné número 1999-11626, cuyo título es **“CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DE ORIGEN DOMÉSTICO, ESTABLECIENDO COMO INCENTIVO LA REDUCCIÓN DEL PAGO DEL IUSI EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE LA ZONA 4, CIUDAD DE GUATEMALA”**, para optar al grado académico de Maestro en Ingeniería para el Desarrollo Municipal, he procedido a la revisión del mismo.

En tal sentido, en calidad de asesor doy mi anuencia y aprobación para que el estudiante CARLOS EDUARDO SABÁ MEDRANO, continúe con los trámites correspondientes.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,



Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
M.Sc. Hidrología y Recursos Hidráulicos
Asesor

Ing. Juan C. Fuentes M.
M.Sc. Hidrología
Colegiado No. 2,504

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque es el único digno de toda gloria y honra por los siglos de los siglos, amén.
Mi madre	Por brindarme la oportunidad de la vida, y su formación con principios y valores.
Mi esposa	Por su amor y apoyo durante mi formación profesional.
Mis hijos	Por ser el motor y fuente de motivación en la búsqueda de la superación.
Mi abuela	Julia Medrano Boteo (q. e. p. d.), por su amor y por ser un ejemplo de persistencia ante las situaciones adversas.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser el creador supremo de quién emana la sabiduría y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de adquirir los conocimientos para mi desempeño profesional.
Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería	Por su formación y colaboración en el desarrollo científico y tecnológico del país, al formar profesionales facultados para aportar al desarrollo de nuestra bella Guatemala.
Mi familia	Por el amor y apoyo incondicional los cuales fueron de mucho aliento durante mi formación profesional.
Mi madre	Por haber inculcado en mí los principios, valores, perseverancia y prevalencia para el logro de mis metas.
Inga. Sofía Rogel	Por su valioso aporte y conocimientos compartidos para la elaboración del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXIII
JUSTIFICACIÓN.....	XXV
OBJETIVOS.....	XXVII
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Aspectos generales	1
1.1.1. Zona en estudio	1
1.1.2. Antecedentes del estudio	4
1.2. Antecedentes de la zona 4	7
1.3. Definición del problema	8
1.3.1. Especificación del problema	9
1.3.2. Delimitación del problema	9
1.3.3. Pregunta principal de investigación	9
1.3.4. Preguntas complementarias de investigación	10
1.3.5. Necesidades a cubrir por la investigación	10
1.4. Ubicación de la zona	11
1.5. Localización de la zona	12
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Desechos sólidos	15
2.1.1. Como se clasifican los desechos sólidos.....	16

2.1.1.1.	Desecho orgánico	16
2.1.1.2.	Desecho inorgánico.....	16
2.1.1.3.	Desechos peligrosos	17
2.1.1.4.	Desechos industriales	17
2.1.1.5.	Desechos reciclables	17
2.1.1.6.	Desechos no reciclables.....	17
2.2.	Residuos sólidos	18
2.3.	Diferencia entre desecho y residuo	18
2.4.	Desechos sólidos municipales	19
2.5.	Residuos y desechos sólidos de origen doméstico	19
2.6.	Generación de residuos sólidos	20
2.7.	Contaminación por desechos sólidos o basura	20
2.8.	Residuos sólidos en Guatemala.....	21
2.8.1.	Generación y composición	24
2.8.2.	Residuos que se generan en el Municipio de Guatemala.....	25
2.8.2.1.	Generación.....	26
2.8.2.2.	Composición.....	26
2.8.2.3.	Tratamiento	27
2.9.	Contaminación ambiental.....	28
2.9.1.	Contaminación	28
2.9.2.	Contaminante	29
2.9.3.	Contaminantes ambientales	29
2.9.3.1.	Contaminación del recurso hídrico	29
2.9.3.2.	Contaminación visual	30
2.9.3.3.	Contaminación por ruido	30
2.9.3.4.	Contaminación de la atmósfera	30
2.9.3.5.	Contaminación del suelo	30
2.9.3.6.	Contaminación por desechos sólidos...	31

2.9.4.	Impacto ambiental de los residuos y desechos sólidos	31
2.10.	Manejo y gestión integrada de residuos y desechos sólidos ...	31
2.10.1.	Etapas del sistema de gestión integral	32
2.10.1.1.	Generación de residuos sólidos.....	32
2.10.1.2.	Recolección y transporte	33
2.10.1.3.	Aprovechamiento	33
2.10.2.	Las 3 R de la ecología para manejo de residuos sólidos	34
2.10.2.1.	Reducir	34
2.10.2.2.	Reutilizar.....	34
2.10.2.3.	Reciclaje	34
2.11.	Tratamiento	35
2.11.1.	Compostaje.....	35
2.11.2.	Incineración	37
2.11.3.	Rellenos sanitarios	38
2.12.	Vivienda unifamiliar	38
2.13.	Incentivo	38
3.	MARCO METODOLÓGICO	41
3.1.	Universo	41
3.2.	Variables.....	41
3.3.	Muestreo.....	41
3.4.	Tipo y diseño de la investigación	44
3.5.	Unidad de análisis	44
3.5.1.	Unidad de análisis de muestreo.....	44
3.5.2.	Unidad de análisis	44
3.5.3.	Unidad de información	45
3.6.	Planteamiento de la hipótesis.....	45

3.7.	Selección de los sujetos del estudio	46
3.7.1.	Criterios de inclusión	47
3.7.2.	Criterios de exclusión	47
3.8.	Técnicas, procesos e instrumentos de recolección de datos ...	48
3.9.	Procesamiento y análisis de datos	49
3.10.	Límites de la investigación	56
3.10.1.	Obstáculos	57
3.11.	Aspectos éticos de la investigación.....	57
3.11.1.	Principios éticos generales.....	57
3.11.1.1.	Beneficencia y no maleficencia	58
3.11.1.2.	Autonomía	58
3.11.1.3.	Respeto por las personas.....	59
3.12.	Categorías de riesgo de la investigación.....	59
3.12.1.	Categoría I (sin riesgo).....	59
4.	ESTUDIO TÉCNICO	61
4.1.	Descripción del área en estudio	61
4.2.	Misión	62
4.3.	Visión	63
4.4.	Organización del talento humano.....	63
4.5.	Áreas de atención	65
4.6.	Recursos físicos y tecnológicos	66
4.6.1.	Recursos físicos	66
4.6.2.	Recursos tecnológicos	66
4.7.	Estudio de mercado	67
4.7.1.	Capacidad	67
4.7.2.	Demanda.....	68
4.7.3.	Infraestructura del área en estudio.....	68

5.	MARCO LEGAL	71
5.1.	Normativa en Guatemala.....	71
5.1.1.	Constitución Política de la República de Guatemala	71
5.1.2.	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.....	71
5.1.3.	Código de Salud	72
5.1.4.	Política Nacional	73
5.1.5.	Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos	73
5.1.6.	Reglamento Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios	73
5.2.	Instituciones para la gestión y manejo de residuos	74
5.2.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN	74
5.2.2.	CONADES	74
5.2.3.	CONADESCO.....	75
5.2.4.	CONADEL	75
5.2.5.	SEGEPLAN	75
5.2.6.	INFOM	76
5.2.7.	MSPAS	76
5.2.8.	DGRVCS	76
5.3.	Ley del Impuesto Único Sobre Inmuebles -IUSI-.....	77
6.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	81
6.1.	Producción anual de residuos sólidos domésticos	81
6.1.1.	Clasificación socioeconómica de viviendas en zona 4	82
6.1.2.	Clasificación socioeconómica de la población en zona 4	83

6.1.3.	Estimación de la producción total de residuos sólidos	84
6.1.3.1.	Producción clase socioeconómica baja	84
6.1.3.2.	Producción clase socioeconómica media.....	85
6.1.3.3.	Producción clase socioeconómica alta	86
6.1.3.4.	Producción total anual	86
6.2.	Valor de mercado de los residuos producidos	87
6.2.1.	Valor de mercado de los residuos sólidos orgánicos.....	88
6.2.2.	Valor de mercado de los residuos sólidos inorgánicos	89
6.2.3.	Propuesta de comercialización.....	92
6.3.	Propuesta de incentivo	92
6.3.1.	Inmuebles exentos del IUSI.....	93
6.3.2.	Inmuebles sujetos al IUSI	94
7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	95
7.1.	Inmuebles encuestados y muestreados	96
7.2.	Distribución de personas por rangos de edad	97
7.3.	Disposición de los residuos y desechos.....	99
7.4.	Periodicidad de recolección de residuos y desechos sólidos	100
7.5.	Cobro por el servicio de recolección	102
7.6.	Disponibilidad de clasificación.....	103
7.7.	Forma de clasificación.....	105
7.8.	Generación total	107

7.9.	Generación promedio según composición.....	108
7.10.	Generación de residuos inorgánicos	110
7.10.1.	Clase socioeconómica baja	111
7.10.2.	Clase socioeconómica media	112
7.10.3.	Clase socioeconómica alta	114
8.	COSTOS APROXIMADOS Y ANÁLISIS FINANCIERO	117
8.1.	Costo del estudio	117
8.2.	Presupuesto de mejora.....	118
8.3.	Análisis financiero.....	120
8.4.	Análisis financiero de costo-beneficio.....	123
8.5.	Propuesta económica de proyecto	124
9.	EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA.....	127
9.1.	Factibilidad técnica de la propuesta	127
9.2.	Factibilidad económica de la propuesta.....	127
9.3.	Factibilidad social de la propuesta.....	128
9.4.	Factibilidad ecológica de la propuesta.....	129
	CONCLUSIONES	131
	RECOMENDACIONES	133
	REFERENCIAS	135
	APÉNDICES	139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Zonas urbanas generales zona 4 ciudad de Guatemala	2
2.	Usos del suelo en zona 4 ciudad de Guatemala	3
3.	Disposición de desechos zona 4 ciudad de Guatemala	7
4.	Esquema de solución de necesidades	11
5.	Ubicación de área en estudio	12
6.	Localización de área en estudio	13
7.	Disposición final de la basura a nivel rural de Guatemala	23
8.	Composición residuos sólidos ciudad Guatemala	25
9.	Composición de los residuos en el municipio de Guatemala	27
10.	Realización de encuestas y toma de muestras	52
11.	Identificación de muestras	53
12.	Transporte de muestras	54
13.	Proceso de clasificación de residuos y desechos	55
14.	Pesaje de muestras	56
15.	Organización alcaldía auxiliar zona 4	64
16.	Dirección Gestión y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos	65
17.	Ingresos anuales de la producción de residuos y desechos	91
18.	Ubicación de los inmuebles que conforman la muestra	95
19.	Inmuebles que conforman la muestra	97
20.	Personas que viven en la vivienda unifamiliar	98
21.	Forma de disponer los residuos y desechos sólidos	100
22.	Periodicidad de la recolección en la zona	101
23.	Costo mensual de la recolección	103

24.	Habitantes dispuestos a clasificar residuos y desechos sólidos	104
25.	Propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos.....	106
26.	Generación total de residuos y desechos sólidos	108
27.	Generación de residuos y desechos sólidos.....	110
28.	Generación clase socioeconómica baja.....	112
29.	Generación clase socioeconómica media.....	114
30.	Generación clase socioeconómica media.....	116

TABLAS

I.	Forma de eliminación de la basura zona 4	6
II.	Tiempo de degradación de los desechos sólidos	20
III.	Clasificación de residuos orgánicos para compostaje doméstico	36
IV.	Valores de nivel de confiabilidad estadística y confianza	43
V.	Tasas de valor del IUSI.....	78
VI.	Inmuebles que conforman la muestra.....	82
VII.	Distribución socioeconómica de los habitantes de zona 4.....	83
VIII.	Producción clase socioeconómica baja	84
IX.	Producción clase socioeconómica media	85
X.	Producción clase socioeconómica alta	86
XI.	Producción total anual	87
XII.	Ingresos por producción de compost.....	89
XIII.	Ingresos totales por comercialización de residuos inorgánicos	90
XIV.	Ingresos por comercialización de residuos inorgánicos.....	90
XV.	Ingresos totales por comercialización de residuos.....	92
XVI.	Inmuebles que conforman la muestra.....	96
XVII.	Personas que viven en la vivienda unifamiliar	98
XVIII.	Forma de disponer los residuos y desechos sólidos.....	99
XIX.	Periodicidad de la recolección en zona 4.....	101

XX.	Costo mensual de la recolección en zona 4.....	102
XXI.	Habitantes dispuestos a clasificar residuos y desechos sólidos	104
XXII.	Propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos	105
XXIII.	Generación total de residuos y desechos sólidos	107
XXIV.	Generación de residuos y desechos sólidos	109
XXV.	Generación clase socioeconómica baja	111
XXVI.	Generación clase socioeconómica media	113
XXVII.	Generación clase socioeconómica alta	115
XXVIII.	Costos del estudio.....	117
XXIX.	Presupuesto de mejora	119
XXX.	Cálculo económico actual	122
XXXI.	Cálculo económico actual y relación C/B	123

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
Hab.	Habitante
kg	Kilogramo
kg/m ³	Kilogramo por metro cúbico
kg/hab/día	Kilogramos por habitante por día
m ²	Metros cuadrados
m ³ /hab/día	Metro cúbico por habitante por día
m/s	Metro por segundo
m ³	Metro cúbico
t	Tonelada
t / día	Tonelada por día

GLOSARIO

Ambiente	El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el ser humano que hacen posible su existencia y desarrollo, así como los de los otros organismos vivos con que interactúa en un espacio y tiempo determinados.
Autoridad del Lago de Amatitlán (AMSA)	Creada mediante el Decreto No. 64-96 del Congreso de la República de Guatemala, con el propósito de resguardar y recuperar el Lago de Amatitlán, mediante la descontaminación y el uso racional de los recursos renovables y no renovables de las zonas de recarga de acuíferos y zonas boscosas.
Banco Mundial (BM)	Trabaja en todas las principales esferas del desarrollo, proporciona productos financieros, asistencia técnica y ayuda a los países a través del intercambio de conocimientos y aplicación de soluciones.
Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos (CONADES)	Ente de asesoría y capacitación cuya función es coordinar interinstitucional intersectorialmente diversos actores del gobierno central, local, sociedad civil, sector privado que desarrollen programas y proyectos relacionados con el manejo

de los residuos y desechos sólidos; también tiene a cargo la asesoría y la consultoría para la modernización de la gestión referente a este tema.

**Concejo Municipal
(COM)**

Es la máxima autoridad responsable de ejercer la autonomía del municipio y tiene su sede en la cabecera municipal.

**Consejo Nacional
del para el Manejo de
los Desechos Líquidos
(CONADEL)**

Unidad Administrativa de la Comisión Nacional Medio Ambiente de la Presidencia de la República, cuya finalidad esencial es promover, asesorar y coordinar todas las acciones emprendidas a nivel nacional en materia de desechos líquidos, tanto por el sector público como el sector privado.

**Consejo Nacional
del para el Manejo de
los Desechos Sólidos
(CONADESCO)**

Unidad Administrativa de la Comisión Nacional Medio Ambiente de la Presidencia de la República, cuya finalidad esencial es promover, asesorar y coordinar todas las acciones emprendidas a nivel nacional en materia de desechos sólidos, tanto por el sector público como el sector privado.

Desarrollo sostenible

Proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico con equidad social y la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo y que se sustenta en el equilibrio ecológico y el soporte vital de la región. Este proceso implica el

respeto a la diversidad étnica y cultural regional, nacional y local, así como el fortalecimiento y la plena participación ciudadana, en convivencia pacífica y en armonía con la naturaleza, sin comprometer y garantizando la calidad de vida de las generaciones futuras.

Desecho

Residuos derivados de actividades humanas los cuales son desechados debido a que no tienen importancia para sus propietarios, pero sin embargo puede tener aprovechamiento con un beneficio monetario.

Desecho domiciliar

Desecho o basura que se genera en viviendas, las cuales presentan altos contenidos de materia doméstica.

**Dirección de
Catastro y Avalúo de
Bienes Inmuebles
(DICABI)**

Dependencia del Ministerio de Finanzas Públicas responsable de administrar los impuestos al patrimonio, integrados por el Impuesto Único **Sobre** Herencias, Legados y Donaciones, le **corresponde**, así mismo, establecer y mantener el sistema de valuación uniforme y el Registro Fiscal de todos los bienes inmuebles del país.

**Dirección General
de Regulación,
Vigilancia y Control de**

Dependencia del Nivel Central del Ministerio de Salud, encargada de la elaboración de las normas técnicas de los programas relacionados con la

la Salud (DGRVCS)	atención a las personas, al ambiente; atención de desastres y sistemas de apoyo.
Ecosistema	La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
Educación ambiental	Es un proceso formativo mediante el cual se busca que el individuo y la colectividad conozcan y comprendan las formas de interacción entre la sociedad y la naturaleza, sus causas y consecuencias, a fin de que actúen de manera integrada y racional con su medio.
Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA)	Empresa municipal de agua a cargo de la planificación, diseño, ejecución y supervisión de las obras de construcción, mejoramiento, ampliación, reconstrucción y mantenimiento del servicio de agua potable y saneamiento en la Ciudad de Guatemala y sus áreas de influencia.
Gestión	Proceso que considera las actividades necesarias para hacerse cargo de un residuo, desde la generación transporte, tratamiento y disposición final.
Gestión Ambiental	Conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, a partir de un enfoque

interdisciplinario y global. Conjunto de procedimientos mediante los cuales una entidad pública puede intervenir para modificar, influir u orientar los usos del ambiente, así como los impactos de las actividades humanas sobre el mismo.

**Impuesto Único
Sobre Inmuebles
(IUSI)**

Es la contribución que los propietarios de inmuebles proporcionan al Estado y una de sus principales características es que la mayor parte de lo recaudado tiene como destino las municipalidades del país.

Incentivo

Apremiante que impulsa la realización de una situación determinada.

**Instituto de
Investigación y
Proyección Sobre
Ambiente Natural y
Sociedad (INFOIARNA)**

Instancia académica creada por la Universidad Rafael Landívar, para impulsar la investigación científico-crítica sobre la situación actual del ambiente natural, así como de los procesos que lo explican y las tendencias posibles, tanto a escala nacional y territorial-local guatemalteca, como mesoamericana.

**Instituto de Fomento
Municipal (INFOM)**

Es una entidad autónoma cuya finalidad es promover el desarrollo de los municipios, a través de asistencia técnica, administrativa y financiera de diversa índole a los Gobiernos Locales.

Instituto Nacional de Estadística (INE)	Organismo descentralizado que tiene como objetivo principal formular y realizar la política estadística nacional, así como planificar, dirigir, coordinar y supervisar las actividades del Sistema Estadístico Nacional.
Manejo	Actividades que involucran el contacto con residuos y desechos sólidos durante sus diversas etapas hasta llegar a su tratamiento y disposición final.
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Entidad responsable de formular y ejecutar políticas públicas orientadas a un desarrollo intergeneracional con el objetivo de proteger y mantener saludable al ser humano, el cual permite mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos guatemaltecos a través de la conservación, protección y mejoramiento creciente del ambiente y de los recursos naturales.
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)	Entidad a la cual le corresponde formular las políticas y hacer cumplir el régimen jurídico relativo a la salud preventiva y curativa y a las acciones de protección, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud física y mental de los habitantes del país y a la preservación higiénica de medio ambiente.

Mitigación	Acciones que se aplican en el ambiente con la finalidad de minimizar los efectos de los impactos ambientales generados por la intervención humana.
Reciclaje de Papel Palo Verde, Venezuela (REPAVECA)	Organización Venezolana al servicio de la conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, dedicada a la recolección de residuos sólidos Urbanos en el área de papel y cartón.
Recursos naturales	Son aquellos bienes que nos da la tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: aire, agua, energía, suelos, minerales, ríos, flora, fauna, entre otros.
Residuos	Materia inservible posterior a su descomposición o destrucción.
Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN)	Órgano de la planificación del Estado de Guatemala por mandato constitucional y orientador de la gestión pública para el desarrollo.
Sistema Nacional de Información Ambiental; Ministerio del Medio Ambiente, Chile (SINIA)	Es un mecanismo de difusión chileno, mediante el cual se resguarda el derecho de acceso a la información ambiental de cualquier persona. La información que dispone este sistema, asimismo,

permite apoyar la toma de de-cisiones en temas ambientales, a nivel nacional y regional.

RESUMEN

Los residuos y desechos sólidos es lo que conocemos como basura; sin embargo, los primeros consisten en todas aquellas materias producidas de manera residual por actividades humanas o animales, las cuales aún pueden reutilizarse o aprovecharse; las segundas son todas aquellas que no puede reutilizarse o aprovecharse, las cuales deben eliminarse o disponerse de manera final.

El manejo de los residuos y desechos sólidos considera su clasificación, recolección, transporte, disposición preliminar, tratamiento y disposición final de los mismos; cada una de las etapas anteriores debe de ser realizada de manera adecuada, de tal manera que se eviten impactos negativos al ambiente y a la salud humana.

La gestión de los residuos y desechos sólidos tiene como propósito controlar de manera regulada las actividades que involucran el manejo de los mismos; de tal manera que sea beneficiada la salud humana, actividades económicas y productivas, el desarrollo, la conservación de los recursos naturales; todo ello a través de la implementación de un marco jurídico en un territorio determinado.

Uno de los mayores problemas ambientales a nivel mundial, nacional y local; es el manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos, principalmente de los que son generados por actividades domésticas, esto debido a los altos volúmenes que son producidos diariamente. Este problema

tiene su origen en la producción no clasificada de los mismos, con lo cual serían beneficiadas las actividades posteriores del manejo de los mismos.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal proponer incentivo para la clasificación de los residuos y desechos sólidos producidos en la zona 4 del municipio de Guatemala, Guatemala; de tal manera que la producción de los mismos sea realizada de manera clasificada y permita el manejo adecuado de los mismos.

Para lo anterior, ha sido propuesta la reducción del pago del IUSI para todos aquellos habitantes que realicen la clasificación de los residuos producidos; este incentivo no solamente puede reflejarse en la reducción del impuesto antes en mención, también puede reflejarse en la acumulación de puntos, los cuales pueden canjearse para el pago de servicios públicos municipales.

Se determinó el costo de la gestión y manejo actual de los residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala; habiéndose estimado los gastos por habitante, derivados del mantenimiento del vertedero municipal de la zona 3 Ciudad de Guatemala, el costo por exposición a fuentes contaminantes y el costo ambiental de la disposición de la basura en vertederos municipales. A través de la implementación de la presente propuesta de incentivo, para la clasificación y posterior comercialización de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, en viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala, se obtiene una relación costo – beneficio de Q. 5.83, es decir Q. 4.83 de utilidad por cada quetzal invertido en la implementación de la propuesta.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente en el municipio de Guatemala se produce la tercera parte de los residuos y desechos sólidos de todo el país, 70 % es materia orgánica y 30 % material reciclable de origen domiciliario; la acumulación y disposición inadecuada genera impactos negativos en el ambiente y en la salud humana de sus habitantes.

Acorde a proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadística - INE-, para el año 2,020 el municipio de Guatemala contará con una población de alrededor de 3,573,179 habitantes; considerándose una producción de alrededor de 1 Kg / habitante / día, se estima una producción total de residuos y desechos sólidos domésticos equivalente a 3,600 t diarias; situación que demanda propuestas para el manejo sostenible del municipio, a través de la reducción, reciclaje y reutilización de residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

El manejo de los residuos y desechos sólidos engloba las actividades desde su generación, clasificación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. La actividad clave del manejo corresponde a la clasificación de los mismos al momento de su generación, de ello depende la generación de residuos o desechos contaminantes, o bien de materias primas reutilizables y reciclables.

La finalidad del presente trabajo de graduación es fomentar el desarrollo sostenible de la zona 4 Ciudad de Guatemala, a través de iniciativa para la clasificación de desechos sólidos de origen doméstico generados en inmuebles

del municipio, cuyo incentivo sea la reducción del pago del Impuesto Único Sobre Inmuebles –IUSI-.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala.

Específicos

1. Estimar los volúmenes y tipos de residuos y desechos sólidos de origen doméstico que se generan actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala.
2. Determinar cuál es la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala.
3. Plantear acciones que pueden realizarse para incentivar el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos de tal manera que se fomente el desarrollo sostenible de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

La clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, que se generan en viviendas unifamiliares de la zona 4 del municipio de Guatemala, es de suma importancia, con ello se evitan impactos negativos al ambiente y la salud humana de sus habitantes. La clasificación de estos residuos y desechos sólidos es la primera etapa para el manejo y gestión adecuada de los mismos; facilita las actividades de recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

A través de la clasificación de los residuos y desechos sólidos, se generan materias primas, las cuales pueden obtenerse a través de simple clasificación o bien a través de procedimientos de reciclaje con bajos costos de producción.

El presente trabajo de investigación, pretende realizar un estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, generados en viviendas unifamiliares de la zona 4 del municipio de Guatemala, Guatemala; estableciéndose como incentivo, la reducción del pago del IUSI, para todos aquellos inmuebles, cuyos propietarios realicen actividades de clasificación de los mismos.

Se estimarán los tipos y volúmenes de residuos y desechos sólidos domiciliarios que se generan actualmente en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 del municipio de Guatemala.

A través del presente estudio se determinará la situación actual de la gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos de inmuebles ubicados en la zona 4 del municipio de Guatemala.

El presente trabajo de investigación pretende promover el desarrollo sostenible de la zona 4 y del municipio de Guatemala, a través de incentivar la clasificación de los residuos y desechos sólidos producidos.

A través de la estimación de la producción de volúmenes de residuos y desechos sólidos, se pretende los mismos sean utilizados en otros estudios como parámetro para la implementación de sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos; de tal manera que puedan mitigarse los impactos negativos al ambiente y a la salud humana de los habitantes de la zona 4 del municipio de Guatemala.

El capítulo 1 del presente trabajo se describe información de aspectos generales del estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico; así como aspectos generales de la zona 4 Ciudad de Guatemala, antecedentes de estudios previos, especificación y delimitación del problema, considerándose la pregunta principal y preguntas secundarias de la investigación, así como las necesidades a cubrir por la investigación, enmarcándose la ubicación y localización del área en estudio.

El capítulo 2 está compuesto por el marco teórico que define a los residuos y desechos sólidos, los tipos que se generan, la contaminación ambiental que se genera a través del manejo y gestión inadecuada a nivel Guatemala, la composición de los residuos y desechos sólidos generados, sistemas de tratamiento, la contaminación ambiental que se genera; así como aspectos relacionados con el manejo y gestión de los mismos; su aprovechamiento y

disposición final, así como la propuesta de incentivo de clasificación que se busca a través de la implementación del presente estudio.

En el capítulo 3 se establece el marco metodológico en el cual se fundamenta la presente investigación, cálculo y selección de la muestra; así como la determinación de los indicadores ambientales.

El capítulo 4 describe el estudio técnico respecto el funcionamiento y operatividad de la zona 4 Ciudad de Guatemala, en cuanto al manejo y gestión actual de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico se refiere; se realiza una pequeña descripción del área en estudio, la misión y visión municipal de la zona 4, su nivel de organización, sus áreas de atención, los recursos físicos y tecnológicos con los que cuenta; así también se detalla el estudio de mercado, se detallan aspectos como la capacidad, demanda e infraestructura con la que se cuenta en la zona para implementar el presente estudio.

El capítulo 5 desglosa el marco legal y regulatorio a través de los cuales se respalda la gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos; así también define el impuesto único sobre inmuebles IUSI.

En el capítulo 6 se describe la propuesta de solución, la cual básicamente consiste en determinar la producción de residuos y desechos sólidos de origen doméstico de los habitantes de viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala; para ello se establecieron clases socioeconómicas, consideradas para la estimación de la producción anual; los cuales al haber sido generados de manera clasificada, poseen un valor de comercialización el cual es devuelto al vecino como un incentivo en el pago del IUSI.

En el capítulo 7 se presenta el análisis de resultados en función a las viviendas o inmuebles que conformaron la muestra; mostrándose resultados en cuanto al manejo y gestión actual de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico, la periodicidad y el costo mensual de recolección; así también se muestran resultados en cuanto a la propuesta de implementación de clasificación y comercialización de los mismos; así como los resultados de producción de los mismos, derivados de la clasificación y pesaje de muestras.

El capítulo 8 presenta el costo final del estudio, así como los costos de implementación del mismo, habiéndose estimado un beneficio de Q. 3.01 por cada quetzal invertido en su implementación.

El capítulo 9 presenta la evaluación de factibilidad de la propuesta, desde los puntos de vista técnico, económico, social y ecológico; observándose que la misma cumple con cada una de ellas.

1. INFORMACIÓN GENERAL

En el presente capítulo se describe la información referente a los aspectos generales del estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, para lo cual se busca establecer un incentivo de clasificación reduciéndose el pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, Ciudad de Guatemala; se consideran aspectos generales, antecedentes, definición del problema, ubicación y localización de la zona en mención.

1.1. Aspectos generales

En el presente apartado se describen aspectos generales de la zona 4 de la Ciudad de Guatemala, tales como su ubicación, uso del suelo y antecedentes de la zona y del estudio.

1.1.1. Zona en estudio

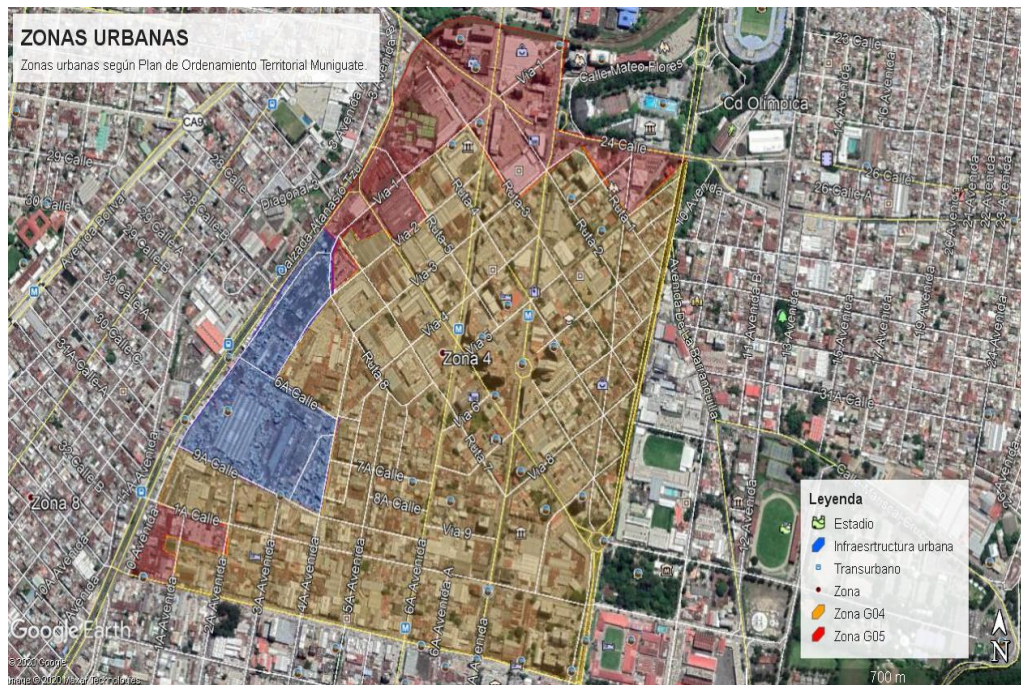
La zona 4 del municipio de Guatemala se ubica en el área central del municipio, en las coordenadas latitud 14°37'11.75"N y longitud 90°30'58.22"O, cuenta con una extensión territorial de 1.014 km²; colinda al norte con las zonas 1 y 2; al este con la zona 5; al oeste con las zonas 3 y 8; al sur con la zona 9; y al sur este colinda con la zona 10.

La zona 4 de la Ciudad de Guatemala posee un pendiente que varía entre el 4 % al 16 %; su temperatura media es de 19 °C con mínimas de 15 °C y máximas de 24 °C, los meses de noviembre a febrero son los más fríos y de marzo a mayo los más cálidos.

La zona 4 conforma el distrito 9 de la Ciudad, el cual se encuentra formado por las zonas 4, 9 y 10; la zona 4 cuenta con dos arterias principales que la atraviesan de sur a norte, corresponden a la 7 y 9 avenida, las cuales interconectan con las zonas 10 y 1.

Acorde al Plan de Ordenamiento Territorial de la Municipalidad de Guatemala, la zona 4 de la Ciudad cuenta con zonas urbanas generales tipo G04 o central y G05 o núcleo; estas corresponden a alta densidad con edificios de mediana altura en régimen de propiedad horizontal, así como a áreas de muy alta densidad donde predominan edificios de torres en régimen de propiedad horizontal, respectivamente.

Figura 1. Zonas urbanas generales zona 4 ciudad de Guatemala

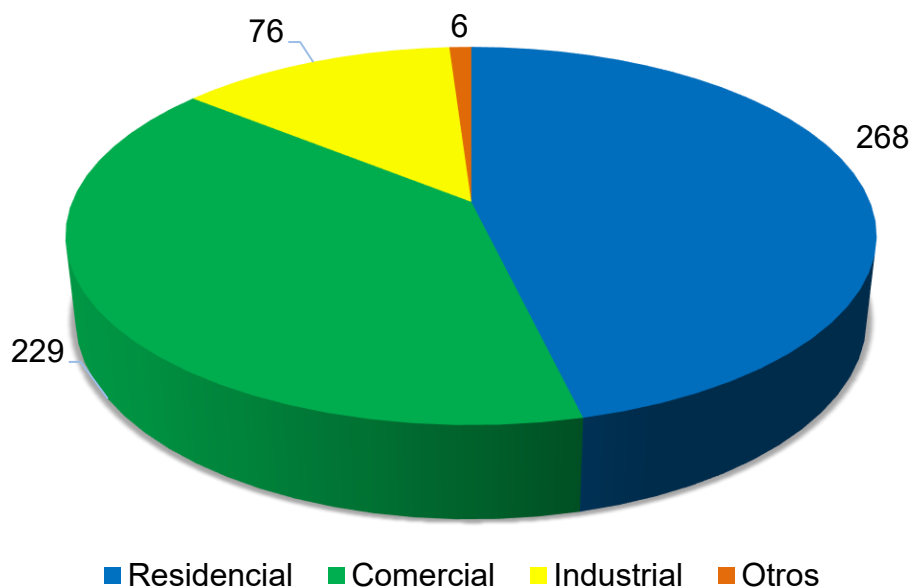


Fuente: Municipalidad de Guatemala. (2006). *Plan de Ordenamiento Territorial Para el Municipio de Guatemala V4.3.*

Figura 1: zonas urbanas la zona 4 ciudad de Guatemala, en color azul se observa la infraestructura urbana, en naranja la zona urbana G04 y en rojo la G05.

En la zona prevalece el uso residencial con un 46.28 % del área total, el uso comercial está formado por edificios de oficinas. El sector no cuenta con áreas verdes, parques, ni áreas de riesgo. Los inmuebles ubicados en el sector tienen una arquitectura contemporánea. (Hernández, 2010, p. 38)

Figura 2. **Usos del suelo en zona 4 ciudad de Guatemala**



Fuente: Hernández. (2010). *Revitalización urbana del sector Nor oeste de la zona 4 Ciudad, Antiguo "Cantón Exposición"*.

Figura 2: usos del suelo en la zona 4 ciudad de Guatemala, en color azul se observa el uso residencial, verde el comercial, amarillo el industrial y naranja otros usos.

Según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, del Instituto Nacional de Estadística, realizado en el año 2018, la zona 4 del municipio de Guatemala, cuenta con 2,375 habitantes, de los cuales 1,348 son hombres y 1,027 son mujeres; el 55 % del total de habitantes corresponden a población ladino mestizo, 44 % pertenece a las etnias Maya, Garífuna y Xinka; y el 1 % corresponde a habitantes extranjeros.

1.1.2. Antecedentes del estudio

En agosto de 2004, el Acuerdo Gubernativo 234-2004 crea la Comisión Nacional para el Manejo de Desechos Sólidos –CONADES–, como la comisión encargada de coordinar y ejecutar las acciones técnicas y legales adecuadas en el manejo de desechos sólidos del país, se deroga la antigua entidad CONADESCO. La CONADES es, por lo tanto, el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales de los desechos sólidos. (INFOIARNA, 2006, p. 173)

Según el Perfil Ambiental (2012), “La generación diaria de desechos sólidos se estima alrededor de las 4,242 t, de las cuales el 54 % se producen en las zonas urbanas y el restante 46 % en las zonas rurales” (p. 162).

Así también, según el Perfil Ambiental (2012), “La generación de residuos y desechos sólidos domiciliarios en centros urbanos sitúa a los departamentos de Guatemala (47.36 %), Quetzaltenango (6.43 %) y Escuintla (4.80 %)” (p. 162).

De investigaciones previas, realizadas a nivel nacional e internacional, se ha determinado que el problema de manejo inadecuado, corresponde a urbes de países sub desarrollados con características de consumismo; situaciones que

corresponden al Municipio de Guatemala. Según Barillas (2015), “El costo ambiental del Relleno Sanitario de la Zona 3 es de US\$ 11,700.00” (p. 20).

Existen consensos nacionales e internacionales, en los cuales se reconoce que la problemática en mención se caracteriza por dificultades desde su gestión, baja responsabilidad y educación ciudadana, así como el rechazo de la población del municipio de Guatemala a la instalación de sitios para su tratamiento y disposición final adecuada.

En el año 2015 fue aprobada a través de acuerdo gubernativo 281-2015, la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y desechos sólidos, la cual es la base para gestión pública de los mismos, promoviéndose el desarrollo sostenible y la responsabilidad social; el ente rector es el MARN.

Según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística realizado en el año 2018, la zona 4 cuenta con 760 hogares, cuya forma de eliminación de la basura se presenta en la siguiente tabla:

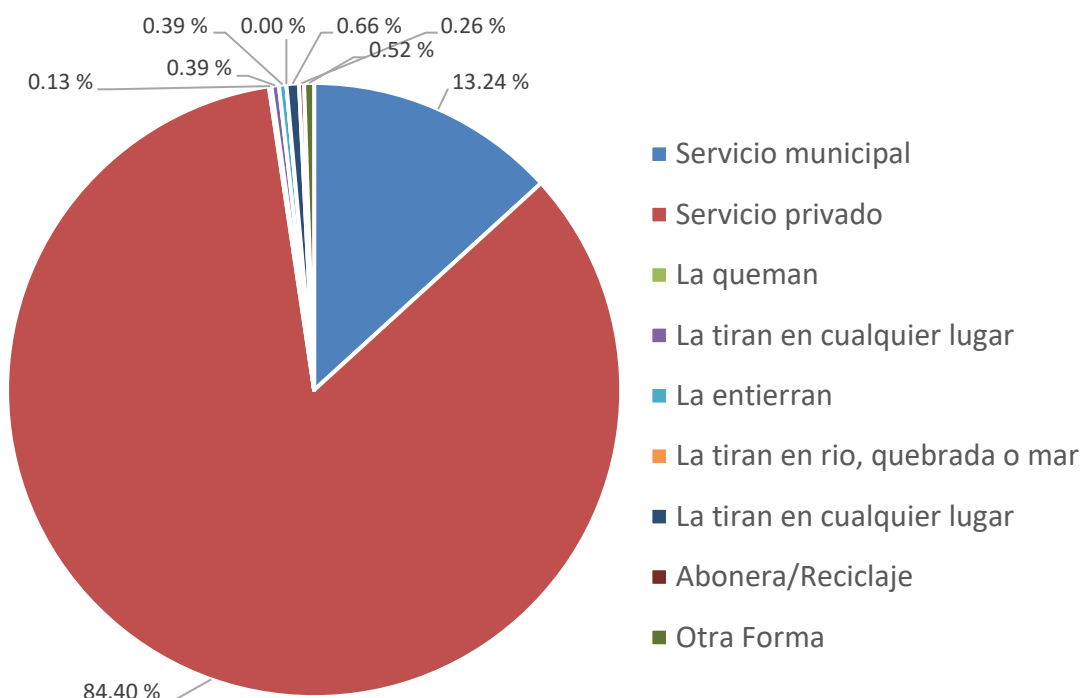
Tabla I. **Forma de eliminación de la basura zona 4**

Forma de eliminación de la basura	Cantidad	%
Servicio municipal	101	13 %
Servicio privado	644	85 %
La queman	1	0 %
La entierran	3	0 %
La tiran en río, quebrada o mar	0	0 %
La tiran en cualquier lugar	5	1 %
Abonera / reciclaje	2	0 %
Otra forma	4	1 %
Total	760	100 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística -INE- (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*.

Tabla I. forma en la cual los hogares de la zona 4 de la ciudad de Guatemala elimina la basura que producen.

Figura 3. Disposición de desechos zona 4 ciudad de Guatemala



Fuente: Instituto Nacional de Estadística -INE- (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*.

Figura 3: desechos sólidos dispuestos de manera porcentual por habitantes de la zona 4 ciudad de Guatemala.

1.2. Antecedentes de la zona 4

Anteriormente la zona 4 de la Ciudad de Guatemala, fue conocida como el Cantón Exposición.

En un principio se le conoció como el barrio El Recreo, ocupó un terreno del Estado, con el mismo nombre, para el año de 1886. Para esta época

estaba poblado únicamente por cuarenta casas. Para el año de 1890, el presidente de la República, Manuel Lisando Barillas decreto la formación del Cantón Exposición, con el fin de ubicar en el mismo el Pabellón que represento a Guatemala en la Exposición Mundial de Paris, realizada en el año de 1,889. (Ramírez, 2009, p. 39)

El Cantón Exposición fue creado por medio de un decreto realizado por la Secretaria de Fomento en el Palacio de Poder Ejecutivo el 1 de abril de 1,890 durante el gobierno del presidente Lisandro Barillas (1885-1892), para recordar el triunfo alcanzado en la Exposición Universal de Paris de 1889.

Sus principales características son el diseño a 45 grados de sus calles, también cuenta con una distribución de manzanas con 4 lotes cada una, la 7 avenida divide al Cantón Exposición que lo atraviesa de sur a norte, el cual sirve de corredor urbano en la zona. (Hernández, 2010, p. 29).

1.3. Definición del problema

El problema principal radica en la Inexistencia de un estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala.

El 46.28 % del uso del suelo de la zona 4, corresponde a residencial, motivo por el cual localmente se generan altos volúmenes de residuos y desechos sólidos de origen doméstico; los cuales pueden afectar el medio ambiente local y la salud de sus habitantes.

1.3.1. Especificación del problema

No se conocen los volúmenes y tipos de residuos y desechos sólidos de origen doméstico que se generan actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, ciudad de Guatemala.

La no determinación de cuál es la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, ciudad de Guatemala.

El desconocimiento de las acciones que pueden realizarse para incentivar el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos de tal manera que se fomente el desarrollo sostenible de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la ciudad de Guatemala.

1.3.2. Delimitación del problema

El estudio fue realizado en la zona 4 de la ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala, durante los meses de agosto a octubre de 2020; por medio de recolección de datos a través de encuestas, toma de muestras para la clasificación y pesaje de residuos y desechos sólidos de origen doméstico recolectados en 72 viviendas unifamiliares del área residencial de la zona en mención.

1.3.3. Pregunta principal de investigación

- ¿Qué se debe realizar para lograr una clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción

del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala?

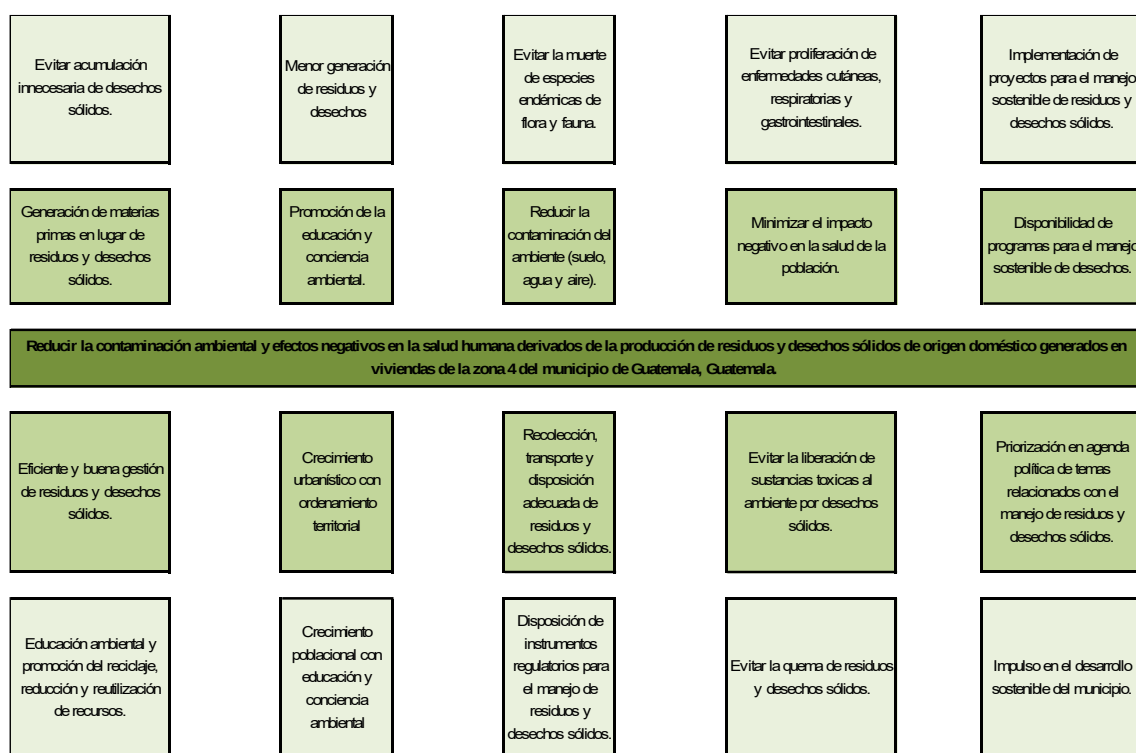
1.3.4. Preguntas complementarias de investigación

- ¿Cuáles son los volúmenes y tipos de residuos y desechos sólidos de origen doméstico que se generan actualmente en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala?
- ¿Cuál es la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala?
- ¿Qué acciones pueden plantearse para incentivar el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos, de tal manera que se fomente el desarrollo sostenible de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala?

1.3.5. Necesidades a cubrir por la investigación

En la figura a continuación se detalla el esquema de solución de necesidades a cubrir:

Figura 4. Esquema de solución de necesidades



Fuente: elaboración propia.

Figura 4: esquema de solución de necesidades planteado a través de la metodología de árbol de problemas.

1.4. Ubicación de la zona

La zona 4 de la Ciudad de Guatemala se ubica en el municipio de Guatemala, colinda al norte con la zona 1, al sur con las zonas 9 y 10; al oriente con la zona 5 y al poniente con la zona 3, según se detalla en la siguiente figura:

Figura 5. Ubicación de área en estudio



Fuente: Google Earth (2020). *Ubicación*. Consultado el 17 de octubre de 2020. Recuperado de Lapsat/Copernicus 2020 INEGI.

Figura 5: ubicación del polígono de influencia de la zona 4, Ciudad de Guatemala.

1.5. Localización de la zona

La zona 4 de la ciudad de Guatemala cuenta con una extensión territorial de alrededor de 1.20 km², alberga comercios, vivienda unifamiliar y torres de apartamentos.

Figura 6. Localización de área en estudio



Fuente: Google Earth (2020). *Localización*. Consultado el 17 de octubre de 2020. Recuperado de Lapsat/Copernicus 2020 INEGI.

Figura 6: delimitación del polígono de influencia de la zona 4, en el cual se localizan las calles y avenidas de la zona.

2. MARCO TEÓRICO

El término residuos y desechos sólidos, incluye a todas aquellas materias o materiales sólidos que han sido desechados de actividades domésticas, industriales o agrícolas; para el efecto del presente trabajo, se entenderá como residuo o desecho sólido como todas aquellos generados en viviendas, es decir del tipo doméstico.

Los objetivos de la administración de los residuos sólidos son controlar, recolectar, procesar, utilizar y eliminar los residuos sólidos de la manera más económica, congruente con la protección de la salud pública y las prioridades a quienes el sistema da servicio. (Mejía, 2012, p. 2)

Según Mejía J. (2012), “El manejo indiscriminado de residuos o residuos sólidos ha generado en nuestras sociedades una constante pérdida de recursos económicos” (p. 2).

Varias toneladas de materiales como aluminio, cartón, papel, metales, plásticos y textiles, entre otros; son depositados en vertederos a cielo abierto, con ello se pierde la posibilidad de que sean generados ingresos económicos derivados de actividades de reutilización y reciclaje.

2.1. Desechos sólidos

Materiales inútiles y dañinos (algunas veces peligrosos). Incluyen la basura municipal, los desechos generados por las actividades comerciales e industriales, el lodo de las aguas negras, los desperdicios resultantes de

las operaciones agrícolas y de la cría de animales y otras actividades relacionadas, los desechos por demolición y los residuos de la minería. Los desechos sólidos también se refieren a los líquidos y gases en envases. (IARNA, 2006, p. 229).

2.1.1. Como se clasifican los desechos sólidos

A continuación, se describen las diversas clasificaciones de los desechos sólidos generados:

2.1.1.1. Desecho orgánico

Estos se encuentran formados por todos los desperdicios de comida, cascara, hojas, tallos de verdura, huesos, residuos de carnes, restos de madera, aserrín, paja, servilletas de papel usadas, pasto, polvo, restos animales, papel, cartón, restos de comida.

2.1.1.2. Desecho inorgánico

Estos desechos provienen de procesos industriales de fabricación; éstos no son obtenidos de ningún ser vivo u organismo, el proceso para su descomposición es muy largo, en algunos casos y ocasiones este proceso demora cientos de años, por tal razón, se les conoce como no biodegradables. El plástico, el metal, el papel y el vidrio son los desechos inorgánicos, los cuales pueden ser reutilizados.

2.1.1.3. Desechos peligrosos

Residuos de productos generados por las actividades humanas, que ponen sustancial o potencialmente en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados inadecuadamente. Poseen al menos una de las siguientes características: inflamable, corrosivo, reactivo o tóxico. (IARNA, 2006, p. 229).

2.1.1.4. Desechos industriales

Desperdicios orgánicos e inorgánicos descargados por empresas industriales o comerciales. Los desperdicios orgánicos en gran escala tienen su origen en las industrias de alimentos, lecherías, empacadoras de pescado, fábricas de cerveza, fábricas de papel, procesos petroquímicos, fábricas textiles y lavanderías. Los desechos inorgánicos incluyen ácidos, álcalis, cianuros, sulfuros y sales de arsénico, plomo, cobre, cromo y zinc. (IARNA, 2006, p. 229).

2.1.1.5. Desechos reciclables

Son todos aquellos que no se descomponen fácilmente en la naturaleza, pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos desechos se encuentran: papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, partes y equipos obsoletos o en des uso. (Área, 2012, p. 6)

2.1.1.6. Desechos no reciclables

Son aquellos que debido a sus características o a su grado de contaminación no pueden ser utilizados para procesos de transformación

industrial que garantice su reutilización para fabricar nuevos productos; por ejemplo: duroport, papel contaminado.

2.2. Residuos sólidos

Se considera como aquel el material o la sustancia orgánica, inorgánica, sólida, líquida, gaseosa, mezcla o combinación de ellas, resultante de actividad industrial, científica o tecnológica, que carece de interés económico y debe ser alternativamente objeto de confinamiento o disposición final; posterior proceso de clasificación los mismos pueden ser objeto de reutilización y/o reciclaje. (Mejía, 2012, p. 2)

Según Área (2012), “Un residuo se considera como todo resto o material resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que se abandona o que su poseedor o productor tenga la obligación o decida desprenderse de él”. (p. 6)

2.3. Diferencia entre desecho y residuo

Los desechos son un conjunto de material resultante de cualquier proceso y operación que este destinado al desuso, donde el usuario no ha considerado inicialmente procesos para su utilización, recuperación o reciclaje.

Según González (2017), “Los residuos son aquellos materiales que no tienen ningún valor económico para el usuario, pero si un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de vida de la materia” (p. 15).

2.4. Desechos sólidos municipales

La generación de desechos se incrementa cada año, el mismo es proporcional al nivel de ingresos de la población y por ende del consumo de materiales tales como: alimentos, papel, materiales biodegradables e inorgánicos, plásticos, vidrios, productos comercializados, restos de comida y material vegetal; lo que además provoca cambios en la composición de los desechos. (Molina, 2018, p. 15)

Según el Código Municipal, dentro de las competencias propias del municipio se tiene formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final. (artículo 68, inciso a)

2.5. Residuos y desechos sólidos de origen doméstico

Los residuos domiciliarios comúnmente son llamados basura, por tratarse de materiales que aparentemente no se necesitan y son considerados inservibles. Sin embargo, esta noción ha cambiado y hoy se habla de residuos, por tratarse de subproductos que pueden adquirir valor en sí mismo a través de prácticas como el reciclaje.

Según sus características físicas, se clasifican en gases, líquidos y sólidos; y por su origen, en desechos orgánicos e inorgánicos” (Mejía, 2012, p. 5).

2.6. Generación de residuos sólidos

Según GREENPEACE (1998), “La cantidad de residuos producidos por una colectividad es muy variable y depende en gran número de parámetros, entre los que pueden citarse: Nivel socioeconómico, época del año, migración diaria, días de ocio y clima, embalaje de productos”. (p. 20)

2.7. Contaminación por desechos sólidos o basura

Según PIURNA (1994). “Los desechos sólidos son resultados del proceso de producción y transformación de la materia prima y del consumo de la sociedad. Se dividen en biodegradables y no biodegradables”. (p. 10)

Según PIURNA (1994):

Los desechos biodegradables se dividen en biodegradables y no biodegradables, los primeros son aquellos de origen biológico, es decir constituyen restos de plantas, vegetales, animales y tienen la característica de ser susceptibles de degradación, o sea, pueden descomponerse. Mientras que los segundos están conformados por materiales tales como: vidrio, plástico, metales, restos de materiales de demolición o construcción, algunos de ellos útiles para el reciclaje. (p. 10)

Tabla II. **Tiempo de degradación de los desechos sólidos**

Producto / desecho	Tiempo
Materia orgánica.	3 a 4 semanas.
Papel	3 a 8 semanas.
Tela	1 a 5 meses.
Fibras orgánicas	3 a 14 meses.

Continuación de la tabla II.

Lana.	1 año.
Papel celofán.	1 a 2 años.
Bambú.	1 a 3 años.
Cuero no sintético.	a 5 años.
Madera pintada.	15 años.
Lata metálica.	10 a 100 años.
Envase de aluminio.	350 a 500 años.
Plásticos.	500 años
Cerámica, vidrio, loza, vinil.	Indefinido.

Fuente: Greenpeace. (2021). *Cómo llega el plástico a los océanos y que sucede entonces*. Consultado el 20 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/como-llega-el-plastico-a-los-oceanos-y-que-sucede-entonces/>.

Tabla II: período de tiempo en semanas, meses y años; en los cuales se degrada la materia según la clasificación mostrada.

2.8. Residuos sólidos en Guatemala

Guatemala contribuye a la contaminación ambiental por residuos y desechos sólidos; de acuerdo a los censos nacionales XI de población y VI de habitación, realizados por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2002; anualmente en el país se generan alrededor de 8,203,153 t de basura, equivalentes al volumen que ocuparían alrededor de 3,281 piscinas olímpicas.

En el área rural menos del 6 % de la población cuenta con un servicio de recolección de desechos sólidos, en tanto que en el área urbana el porcentaje alcanza el 60 % (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2003).

Los cálculos permiten estimar la existencia de al menos 6,000 basureros clandestinos. (IARNA, 2006, p. 32)

En promedio un 23 % de la basura urbana generada llega a los basureros municipales del interior de la República, excepto Guatemala donde a los basureros autorizados del Trébol y de AMSA llega un 72 % a nivel país.

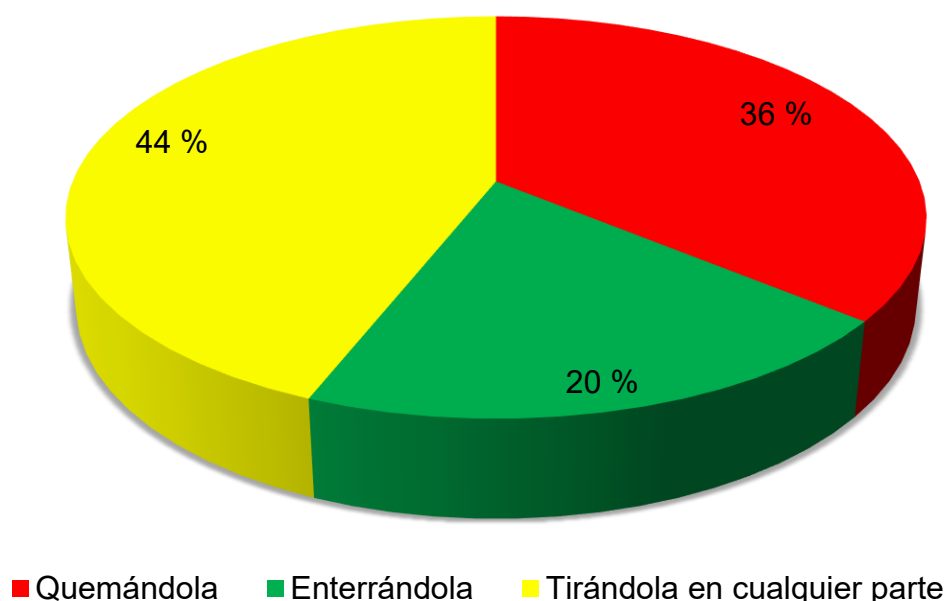
La basura que no se recolecta y que alimenta basureros clandestinos, es en promedio un 26 % de la basura generada en el área urbana a nivel del país.; 36 % de los residuos producidos a nivel rural son quemados, 18 % se entierran y el resto es depositado en vertederos a cielo abierto o bien en áreas comunes.

La basura no recolectada presenta el mayor impacto ambiental porque se acumula en los basureros clandestinos casi siempre dentro del área urbana, en predios baldíos, cauces de ríos, puentes, vía pública, etc. Donde el impacto visual, el mal olor, proliferación de vectores de enfermedades y marginalidad social se da en toda su intensidad; no es el caso de los vertederos municipales que si bien, producen un impacto ambiental negativo sus efectos son menos intensos porque en su mayoría están ubicados fuera del área urbana, excepto del Basurero de la Ciudad Capital de Guatemala que, si se ubica en un área densamente poblada de la zona 3.

El impacto visual, el mal olor, proliferación de vectores de enfermedades y marginalidad social de los vertederos clandestinos se da en toda su intensidad. No es el caso de los vertederos municipales que si bien, producen un impacto ambiental negativo sus efectos son menos intensos porque en su mayoría están ubicados fuera del área urbana,

excepto el vertedero controlado ubicado dentro del casco del área metropolitana. (IARNA, 2003, p. 5)

Figura 7. Disposición final de la basura a nivel rural de Guatemala



Fuente: IARNA. (2019). *DESECHOS SÓLIDOS: Que la basura no sea la base de nuestra cultura*. Consultado el 4 de agosto de 2019. Recuperado de http://recursosbiblio.url.edu.gt/publieda/2016/iarna/p_a/rev/07/FLASH/data/60.html.

Figura 7: forma en la cual se dispone finalmente de la basura en el área rural de la República de Guatemala, en color rojo se muestra la disposición quemándola, verde enterrándola y amarillo tirándola en cualquier lugar.

La mala gestión de las basuras domiciliarias a nivel urbano ocasiona al país un costo por daño ambiental anual de US\$ 2,206,362.37 por concepto de malas prácticas en la disposición final de basuras y un costo de US\$

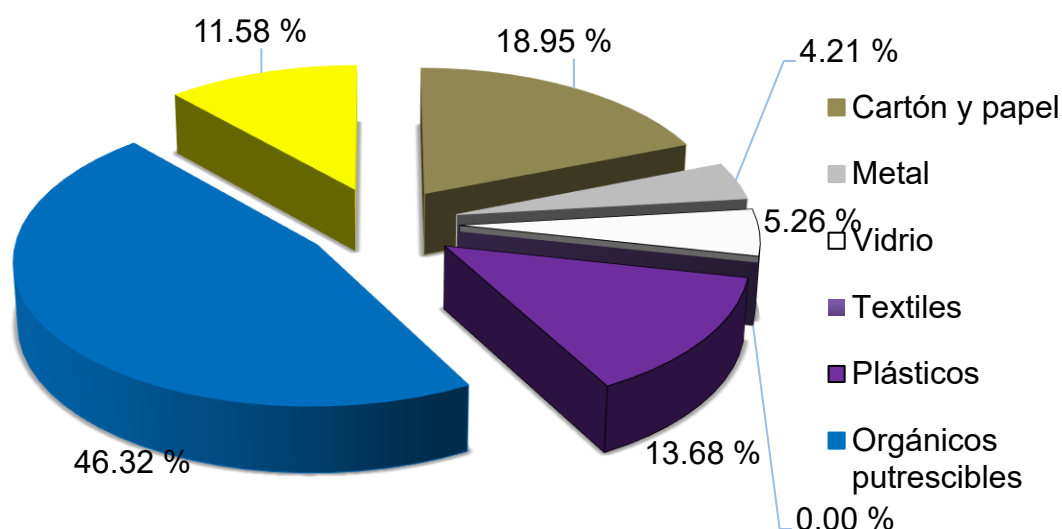
2,838,607.48 por basura no recolectada para hacer un total de US\$ 5,044,969.85 anuales. (IARNA, 2003, p. 43)

2.8.1. Generación y composición

Los residuos orgánicos constituyen el 44 % de los residuos sólidos municipales y que su generación anual podría alcanzar las 404,170 t; mientras que los inorgánicos reciclables (41 %) generarían 385,372 t, entre los cuales se encuentran: vidrio (46,997 t/año), caucho y plásticos (122,191 t/año), metales (37,597 t/año), y papel y cartón (169,188 t/año). (Mejía, 2012, p. 6)

Según IARNA (2009), “La composición y presencia de determinados subproductos dentro de los residuos sólidos en los municipios estudiados, se encuentra determinada por aspectos culturales y patrones de consumo, más que por la actividad económica de la zona”. (p. 176)

Figura 8. **Composición residuos sólidos ciudad Guatemala**



Fuente: Mejía J. (2012). *Propuesta de plan de manejo de residuos sólidos aplicable a pequeñas y medianas empresas productoras de plásticos de la ciudad de Guatemala, fundamentada en el Acuerdo Municipal 028-2002. URL, Guatemala.*

Figura 8: tendencia de la composición de los residuos sólidos en la Ciudad de Guatemala- En verde se muestra el cartón y papel, rojo metales, morado vidrio, textiles en celeste, plásticos en negro y orgánicos en azul.

2.8.2. Residuos que se generan en el Municipio de Guatemala

Según MUNIGUATE (2006), el crecimiento exponencial de la población, la urbanización; así como los patrones de producción y consumo en el municipio de Guatemala, han provocado el incremento en la producción de residuos sólidos.

Los residuos sólidos urbanos representan uno de los mayores problemas de contaminación para la ciudad de Guatemala, la generación de éstos se ha incrementado desde 1963 teniéndose una producción estimada de 235 toneladas diarias; en 1976 esta cantidad ascendió a 474 y para 1991 se produjeron 431. (De León, 1999, p. 45)

Según datos de MUNIGUATE (2006), Se calcula que el Vertedero Municipal de la zona 3 recibe a diario de 1,935 a 2,000 toneladas de desechos sólidos, de los cuales el 40 % proviene de municipios aledaños a la ciudad de Guatemala.

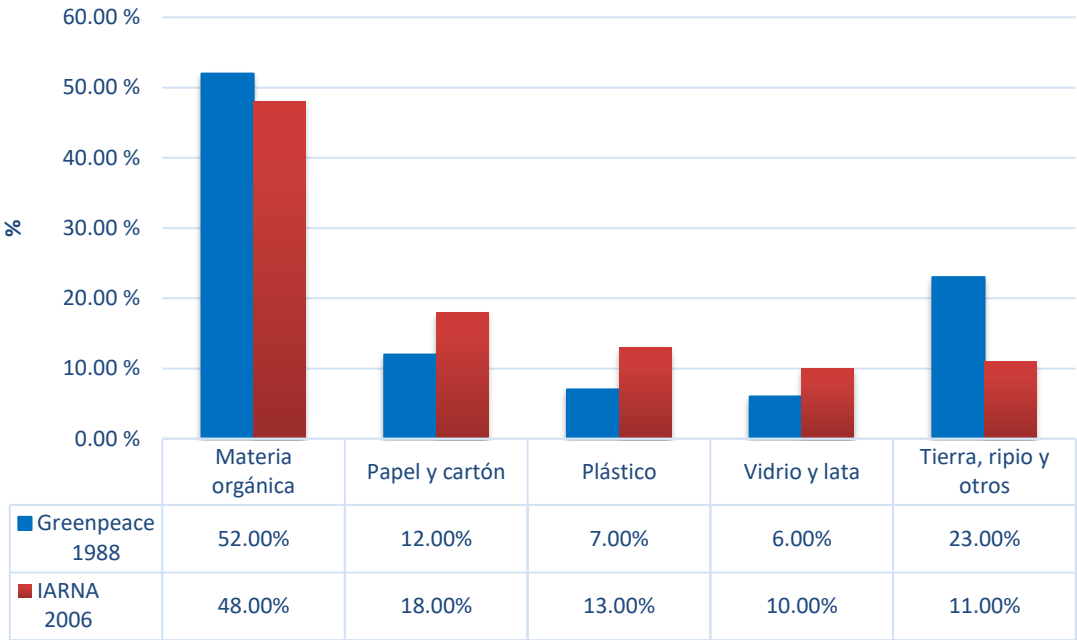
2.8.2.1. Generación

La proyección de producción de residuos sólidos en la ciudad de Guatemala para el año 2012 es de 2,672 t/día. Con base en estos datos, la generación de residuos sólidos alcanza aproximadamente a 1 kilogramo por habitante por día en el Área Metropolitana de Guatemala; de esta generación, más de 1,500 toneladas diarias son llevadas al Vertedero de la zona 3, cuyo origen corresponde en un 53 % al municipio de Guatemala, y el 47 % restante a los 8 municipios de Mixco, Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pínula, San José Pínula, Chinautla y Fraijanes. (Mejía, 2012, p. 7)

2.8.2.2. Composición

A continuación, se muestra la composición de los residuos sólidos generados en el municipio de Guatemala, observándose que la materia orgánica cuenta con una producción de alrededor del 50 %.

Figura 9. **Composición de los residuos en el municipio de Guatemala**



Fuente: IARNA (2012). Perfil Ambiental de Guatemala, Tendencias y Reflexiones sobre la gestión ambiental. Ciudad: Guatemala. Editorial: IARNA.

Figura 9: comparación de los residuos generados en el Municipio de Guatemala según Greenpeace e IARNA, en azul los datos según Greenpeace y en verde datos según IARNA.

2.8.2.3. Tratamiento

Según De León (1999):

Entre los sistemas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos más generalizados en la ciudad de Guatemala se encuentran los siguientes:

- Disposición libre o no controlada.
- Disposición controlada o relleno sanitario.
- Disposición controlada con trituración previa.
- Plantas de producción de compost.
- Incineración.
- Reciclaje.
- Combinación de algunas de las anteriores. (p. 9)

2.9. Contaminación ambiental

La lista de problemas que afectan nuestro medio ambiente, es larga y variada. Entre estos podemos nombrar la destrucción de la capa de ozono, el cambio climático y el calentamiento de la tierra, la amenaza de extinción de especies animales y vegetales, la contaminación del aire y el agua, el desgaste de los suelos, el ruido, la acumulación de desechos sólidos. (Velásquez, 2000, p .9)

2.9.1. Contaminación

Defis. (1991) considera que, “Es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico” (p. 20).

2.9.2. Contaminante

Según Defis (1991):

Es toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición o condición natural. Contaminar también es envenenar, alterar, corromper, degradar, contagiar, enfermar, viciar, siempre con características negativas para la vida. (p. 21)

2.9.3. Contaminantes ambientales

La contaminación ambiental es cualquier alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del medio ambiente (suelo, aire y agua), causada por cualquier sustancia sólida, líquida y gaseosa o en cualquier estado de la materia, que sea directa o indirectamente nociva y ofensiva para la salud, seguridad y bienestar de las personas. (Velásquez, 2000, p. 17)

2.9.3.1. Contaminación del recurso hídrico

La contaminación del agua se refiere a la presencia de sustancias o microorganismos que interfieren con algunos de los usos potenciales de este recurso. Durante muchos siglos, el problema de la contaminación de las aguas se redujo a la existencia de bacterias patógenas causantes de fiebres tifoidea y otras enfermedades transmitidas por el agua. Esta contaminación natural (no química) todavía subsiste y presenta graves manifestaciones en los países del tercer mundo. (Egg, 2003, p. 58)

2.9.3.2. Contaminación visual

Según Velásquez (2000), “La contaminación visual es causada por las actividades que provocan alteración estética del paisaje y de los recursos naturales y que afectan la salud mental y física y la seguridad de las personas” (p. 19).

2.9.3.3. Contaminación por ruido

El ruido es una de las formas de contaminación más insidiosas y agresivas de nuestro tiempo. Pero es una contaminación invisible razón por la cual la mayoría de las personas no relacionan el ruido y los problemas de salud.

2.9.3.4. Contaminación de la atmosfera

La contaminación del aire o atmósfera puede ser de diversos tipos: gaseosa, de polvo, de microbios y de radiaciones; el conjunto de estas es el llamado smog o neblumo (combinación de niebla y humo). La contaminación atmosférica se ha convertido en un problema social, sobre todo en las grandes ciudades, puesto que la formación de Smog provocará cada vez daños sanitarios más graves a la comunidad, si esta no toma a tiempo las medidas para evitar su envenenamiento. (Egg, 2003, p. 21).

2.9.3.5. Contaminación del suelo

Según Velásquez (2000), “La contaminación terrestre es el desequilibrio en la superficie terrestre a causa de la presencia o contacto con partículas, residuos y sustancias sean químicas o biológicas del medio” (p. 19).

2.9.3.6. Contaminación por desechos sólidos

Esta es generada al momento en el cual las materias primas han sido desechadas al ambiente por sus propietarios debido a que ha dejado de tener valor o los mismos no son reutilizados; los mismos al tener contacto con el ambiente generan uno o varios de los tipos de contaminación antes descritos.

2.9.4. Impacto ambiental de los residuos y desechos sólidos

Según Velásquez (2000):

La mayor cantidad de desechos sólidos en Guatemala provienen de los hogares, tales desechos pueden ser nocivos o no, según la capacidad y hábitos de consumo de cada familia. Por ejemplo: plásticos, pilas, detergentes, plaguicidas domésticos y otros desechos pueden tener efectos nocivos en la salud humana y ambiental, tanto directa como indirectamente, a corto y largo plazo.

Otra fuente de desechos de particular importancia es la industria. Aunque no contamos con una industria pesada, la producción industrial actual genera sustancias tóxicas incluyéndose metales pesados como plomo, mercurio, zinc, cobre y arsénico, además hidrocarburos (derivados del petróleo) y compuestos de cloro, que tienen efectos adversos de largo plazo en la salud. (p. 22)

2.10. Manejo y gestión integrada de residuos y desechos sólidos

Según Molina (2018):

La gestión integrada de residuos sólidos (GIRS), es una estrategia encaminada a responder a la problemática de los residuos mediante soluciones viables y sostenibles, la misma adopta tecnologías apropiadas; así también fomenta la participación de la población en todos los aspectos del manejo de los residuos y en el cuidado responsable del ambiente.

La GIRS moviliza a todos los actores para lograr objetivos en común relacionados al fortalecimiento de la gestión comunitaria o municipal en cuanto al manejo de los residuos y desechos sólidos producidos dentro de su circunscripción. (p. 15).

2.10.1. Etapas del sistema de gestión integral

La gestión integral comprende todas las etapas de la cadena de manejo: generación, disposición inicial, recolección, barrido y aseo urbano, tratamiento, transferencia, transporte y disposición final, cada una de ellas corresponde a un requisito del ciclo de los residuos, de manera que el cumplimiento de cada etapa permite continuar con la siguiente, desarrollándolas a través de una lógica transversal. En este marco, la gestión incluye funciones gerenciales, administrativas y organizacionales, así como consideraciones legales – referentes al desarrollo y cumplimiento de normas específicas–, y de articulación y coordinación institucional. (SINIA, 2001)

2.10.1.1. Generación de residuos sólidos

La producción, gestión y tratamiento de eliminación de los residuos es uno de los aspectos más preocupantes en relación con el desarrollo sostenible, ya que constituyen un peligro para el medio ambiente y para la salud de los seres

humanos, debido al gran volumen de generación y al carácter potencialmente peligroso en algunos casos. (SINIA, 2001)

Los hábitos de consumo y de actividades por parte de los individuos son producto de la urbanización, que implica efectos negativos sobre el medio ambiente, se destaca una creciente generación de residuos y desechos sólidos en el municipio de Guatemala (47.36 %). (Molina, 2018, p. 16)

2.10.1.2. Recolección y transporte

Corresponde al servicio de recolección de los residuos y desechos sólidos y traslado hacia el lugar donde deberán ser descargados, esto puede ser una instalación de procesamiento, tratamiento o transferencia de materiales o bien un relleno sanitario. Esta es la actividad más costosa del servicio de aseo urbano; en la mayoría de los casos representa entre 80 % y 90 % del costo anual. (MARN, 2015).

2.10.1.3. Aprovechamiento

Es la utilización de los residuos a través de actividades como separación en la fuente, recuperación, reutilización, transformación y reciclaje, compostaje, biogás, incineración con aprovechamiento de energía o reutilización. Todo lo anterior con el fin de obtener beneficios económicos y sociales y reducir los impactos ambientales negativos y los riesgos en salud comúnmente asociados a la producción, manejo y disposición final de los residuos. (Alvarado, 2010, p. XI)

2.10.2. Las 3 R de la ecología para manejo de residuos sólidos

El concepto de las 3 R pretende cambiar nuestros hábitos de consumo, haciéndolos responsables y sostenibles. Para ello, se centra en la reducción de residuos, con el fin de solventar uno de los grandes problemas ecológicos de la sociedad actual. (Ecología, 2014)

2.10.2.1. Reducir

Consiste en evitar la compra de productos que realmente no son necesarios y que además llevan consigo elementos que en muy poco tiempo van a ser basura como por ejemplo productos con un exceso de embalaje. No solo se puede reducir en términos de consumo de bienes, también en energía se optimiza, por ejemplo, el uso de las lavadoras o lavavajillas. Se trata sencillamente de reducir el problema para disminuir el impacto en el medio ambiente. (Ecoticias, 2014)

2.10.2.2. Reutilizar

Es la acción por la cual el residuo sólido con una previa limpieza, es utilizado directamente para su función original o para alguna relacionada, sin adicionarle procesos de transformación. (REPAVECA, 2016)

2.10.2.3. Reciclaje

Según Ecología (2014), “Se basa en tratar los desechos con el fin de obtener nuevos productos, preservar materiales potencialmente útiles y evitar así el daño medioambiental que conlleva su eliminación (gases y otras sustancias tóxicas)”. (p. 14)

2.11. Tratamiento

A continuación, se enuncian los tipos de tratamiento que pueden brindárseles a los residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

2.11.1. Compostaje

En el Compostaje como forma de disposición de los desechos biodegradables, se relaciona a la imitación del proceso de transformación que ocurre en el suelo de un bosque, la fase industrial del proceso lo acelera, intensifica y dirige de manera artificial. Lo que se desea alcanzar en todo este proceso es la transformación de materiales orgánicos biodegradables en materiales biológicamente estables y la reducción del volumen original de los residuos. En este proceso se destruyen los agentes patógenos, huevos de insectos y otros organismos no deseados presentes en los desechos, todo ello para retención el máximo contenido nutricional y utilizar como un producto útil para crecimiento de las plantas. (Barradas, 2009, p. 83)

Según Rodríguez y Córdova (2006):

El compostaje requiere de cuatro elementos básicos: residuos verdes (con alto contenido de nitrógeno), residuos cafés (con alto contenido de carbono), agua y aire (oxígeno). En la casa los residuos verdes provienen principalmente de la cocina (residuos de alimentos) y los residuos cafés son básicamente plantas secas (puede incluirse papel cortado en tiras delgadas).

El carbón y el nitrógeno son dos elementos principales presentes en la materia orgánica, y la cantidad contenida en los residuos suele ser diferente. Esto es muy importante para el proceso, ya que demasiado carbón hace lento el proceso y, por el contrario, un exceso de nitrógeno origina malos olores y genera una mezcla viscosa. Para separar los materiales según esta cualidad, es bueno saber que, por lo general, el material rico en nitrógeno es húmedo y de color verde, como lo es el pasto recién cortado; así mismo, los materiales cafés y secos por lo general tienen mayor cantidad de carbono. En el cuadro siguiente se muestra una clasificación de los residuos según su aptitud para el compostaje. El compostaje en una gran cantidad de residuos requiere de una formulación adecuada. (p. 31)

Tabla III. **Clasificación de residuos orgánicos para compostaje doméstico**

TIPO	RESIDUO	OBSERVACIÓN
Cafés	Aserrín, virutas de madera.	No usar si proviene de madera tratada con productos químicos
	Hojas	Es mejor añadir las picadas
	Hojas secas	Se recogen en otoño para usarlas todo el año
	Paja y heno	Picar y mojar, favorecen la aireación
	Pasto cortado y seco	Se puede sacar al sol el pasto para secar
	Podas de árboles	Ayudan a la aireación. Deben ser cortadas en astillas menores de un centímetro.
Verdes	Cítricos	Se requiere de buena aireación
	Estiércol de animales herbívoros.	Muy útil si se requiere materiales verdes
	Frutas, verduras, residuos de comida	Picar en trozos pequeños, principalmente las cáscaras
	Hojas y bolsas de té	Esparcir dentro de la mezcla
	Maleza verde	Pasteurizarla al sol dentro de una bolsa negra durante 7 a 10 días para eliminar semillas
Pequeñas cantidades	Pasto verde	Mezclar con materiales secos, no usar si tiene pesticidas.
	Aceites, grasas y productos lácteos	Al producirse generan malos olores.
	Carne, hueso, pescado	Generan malos olores y atraen roedores y moscas

Continuación tabla III.

	Papel sin tinta	Se degrada lentamente, cortar en tiras
Riesgo sanitario	Excremento de animales carnívoros y humano	Contienen microorganismos peligrosos para la salud
	Plantas enfermas	La composta resultante puede surgir infectada
	Malezas y plantas persistentes	Las plantas con raíces persistentes y malezas con semillas son muy difíciles de pasteurizar

Fuente: Rodríguez M. y Córdova. (2006). *Manual de compostaje municipal*.

Tabla III: clasificación de residuos orgánicos para realizar compostaje de residuos domésticos.

2.11.2. Incineración

Según Barradas A. (2009):

Es un proceso térmico en el cual los desechos sólidos son sometidos a oxidación química mediante un exceso de oxígeno. Resultante de ello son producidos gases calientes de combustión, compuestos principalmente de nitrógeno, monóxido de carbono y vapor de agua liberados por las chimeneas de estos equipos y cenizas de fondo que se alojan en la cámara principal de los incineradores.

El proceso en general consiste en secar la basura dentro del horno, elevar la temperatura de la misma hasta el grado de incineración, a la vez que se introduce el aire necesario para la combustión. El poder calorífico de la basura oscila entre límites bastantes amplios de acuerdo con su composición. (p. 104)

2.11.3. Rellenos sanitarios

El relleno sanitario es una técnica para la disposición de los desechos en el suelo, sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y la seguridad pública. Confina los desechos en un área lo más pequeña posible, con lo cual se reduce su volumen lo más que se pueda y luego, la cubre con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al fin de cada jornada. (Jurado, 1986, p. 106)

Se pueden aprovechar las formaciones geológicas naturales como pequeñas quebradas o cualquier desnivel del terreno que preste facilidades. Después del cierre de operación, se utilizan para construir campos de recreación, jardines e inclusive construcciones livianas, cuando han sido bien compactados. (Berganza, 1987, p. 38)

2.12. Vivienda unifamiliar

Se define como todo aquel inmueble utilizado para fines de vivienda, la cual se encuentra ocupada por una única familia.

Para efectos del presente trabajo serán consideradas aquellas con las características antes descritas, las cuales producen y son sujetos a clasificar sus residuos y desechos sólidos.

2.13. Incentivo

Para la economía, un incentivo es un estímulo que se ofrece a una persona, una empresa o un sector con el objetivo de incrementar la producción y

mejorar el rendimiento. Para efectos del presente estudio, será considerado como un estímulo ofrecido a personas individuales, las cuales, debido a la acción de clasificación de residuos y desechos sólidos, optan a recibir descuento en el cobro del Impuesto Único Sobre Inmuebles.

3. MARCO METODOLÓGICO

Según Arias (2006), define al marco metodológico como el “conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p. 16). Este método es basado en la formulación de hipótesis, las cuales pueden confirmarse o descartarse por medios de investigación relacionados al problema.

3.1. Universo

Habitantes de viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala que colaboraron con el presente estudio y fueron entrevistados durante el proceso de investigación.

3.2. Variables

Las variables a estudiar en el proceso de investigación corresponden al volumen y tipo de residuos y desechos sólidos de origen doméstico producidos en viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala.

3.3. Muestreo

En este trabajo se utilizará el método de muestreo no probabilístico, el cual, de acuerdo con Hernández, Fernández, Baptista (2010) “la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra” (p. 176). puesto que se realizarán muestreos en diversos puntos de la zona 4.

Según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística realizado en el año 2018, la zona 4 del municipio de Guatemala, cuenta con 2,375 habitantes, equivalentes a 760 hogares para la zona 4 del municipio de Guatemala; los cuales corresponden al total de la población del presente estudio.

Para el cálculo de la muestra se utilizó el método de muestreo aleatorio simple, una confiabilidad estadística del 95 % y un error máximo admisible del 9 %, se utilizó la siguiente ecuación

$$n = Z^2 \frac{N * P * Q}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población de estudio

p: probabilidad de éxito (0.90)

q: probabilidad de fracaso (1-p)

e: error máximo admisible (9 %)

Z: consiste en el nivel de confianza que indica la probabilidad de que los resultados del estudio sean ciertos o no (1.96).

A continuación, se presentan los valores de Z que más se utilizan y sus respectivos niveles de confianza, para el presente estudio se considerará la confiabilidad estadística del 95 % = 1.96.

Tabla IV. **Valores de nivel de confiabilidad estadística y confianza**

Nivel de Confianza	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	97.5 %	99 %
Valores de Z	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV: valores de confiabilidad estadística (Z) para valores pre establecidos de nivel de confianza, con la finalidad de ayudar a calcular el tamaño de la muestra a evaluar.

$$n = 1.96^2 \frac{760 * 0.9 * (1 - 0.9)}{0.09^2(760 - 1) + 1.96^2 * 0.9 * (1 - 0.9)}$$

Se consideró una muestra de 40 viviendas unifamiliares distribuidas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala; sin embargo, al momento de realizar el muestreo se obtuvo un total de 72 viviendas unifamiliares, contándose con una muestra mayor a la requerida; según los parámetros anteriormente definidos, para lo cual entonces se tendrá el siguiente error admisible, se utilizó la ecuación indicada a continuación:

$$e = \sqrt{\frac{Z^2 * N * P * Q}{n} - \frac{Z^2 * p * q}{N - 1}}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra (72)

N: tamaño de la población de estudio (475)

p: probabilidad de éxito (0.90)

q: probabilidad de fracaso (1-p)

e: error máximo admisible

Z: consiste en el nivel de confianza que indica la probabilidad de que los resultados del estudio sean ciertos o no (1.96).

De la aplicación de los parámetros y la cantidad de la muestra considerada se obtiene un error máximo permisible del 6.60 %.

3.4. Tipo y diseño de la investigación

Estudio correlacional, no experimental cuantitativa.

3.5. Unidad de análisis

Respuestas obtenidas por medio de encuesta referente al tipo de gestión y manejo actual, propuesta, producción y toma de muestra de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, para sus posterior clasificación y pesaje.

3.5.1. Unidad de análisis de muestreo

Habitantes de viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

3.5.2. Unidad de análisis

Respuestas obtenidas por medio de la encuesta de manejo y gestión actual, propuesta de gestión y manejo; así como muestreo de residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en viviendas unifamiliares muestreadas en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

3.5.3. Unidad de información

Cuestionarios realizados a personas que habitan viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala, según la cantidad y unidad de la muestra seleccionada.

3.6. Planteamiento de la hipótesis

La falta de clasificación de los residuos y desechos sólidos domésticos, genera materias contaminantes acumulables, las cuales tienen impactos negativos en el medio ambiente, así como efectos directos en la salud humana.

Los lixiviados generados por desechos sólidos contaminan el suelo y el manto freático; exposición de residuos y desechos sólidos contaminan el viento, este a su vez transporta partículas contaminantes en suspensión las que provocan enfermedades respiratorias y gastrointestinales; agua de precipitación pluvial y escorrentía superficial y sub superficial arrastran contaminantes de desechos expuestos a cielo abierto y los depositan en cuerpos de agua.

Según Greenpeace, la producción de residuos y desechos sólidos de origen doméstico depende del nivel de vida socioeconómico de la población, época del año, efectos migratorios, días festivos y de ocio, condiciones climáticas del lugar y de la no reutilización de materiales para el embalaje de productos.

La generación de residuos y desechos sólidos domésticos representa uno de los mayores contaminantes ambientales, debido a la cantidad de volúmenes que se generan; de manera cuantitativa se desconocen los beneficios económicos que se lograrían a través de la clasificación de los mismos, en muchos de los casos la simple clasificación permitiría la generación de materiales

reutilizables, los que a su vez permitirían la generación de empleos e ingresos que permitirían elevar la calidad de vida de los habitantes del sector en análisis.

La producción de altos volúmenes de residuos y desechos sólidos ocurre debido a varias causas, dentro de las cuales se puede mencionar principalmente la falta de educación y conciencia ambiental a los habitantes; pobreza y nivel socioeconómico de los habitantes de un territorio determinado; así como la carencia de políticas y programas que promuevan e incentiven la clasificación, reutilización, reciclaje y reducción de residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

La generación no clasificada de residuos y desechos sólidos generará materias contaminantes acumulables, las cuales paulatinamente degradaran el medio ambiente, esto a su vez no propiciara el desarrollo sostenible del sector en estudio; adicionalmente la contaminación ambiental provocaría degradación en la salud humana de los habitantes, esto a su vez incrementara los costos de inversión en la salud pública.

3.7. Selección de los sujetos del estudio

La selección de los sujetos del estudio considero la evaluación de la producción de residuos y desechos sólidos de los habitantes de la zona 4 de la Ciudad de Guatemala, según su nivel socioeconómico, habiéndose establecido las siguientes clases y parámetros para su caracterización:

- Clase socioeconómica alta: habitantes de la zona con estudios universitarios, poseen vehículo propio, ocupan viviendas y apartamentos unifamiliares con estructuras de mampostería y concreto reforzado con acabados de lujo, con arquitectura definida.

- Clase socioeconómica media: habitantes de la zona con estudios a nivel medio o universitario, poseen vehículo propio, ocupan viviendas unifamiliares de dos a tres niveles de mampostería reforzada, techos estructura metálica, madera, losas planas o inclinadas con acabados estándar, sin arquitectura definida.
- Clase socioeconómica baja: habitantes de la zona sin escolarización, o bien con estudios a nivel primario o secundario, no poseen vehículo propio, ocupan viviendas unifamiliares muros de mampostería, madera o lámina, techos con estructura de madera y cubierta de lámina, acabados de baja calidad, sin arquitectura definida.

3.7.1. Criterios de inclusión

- Habitantes de viviendas unifamiliares que se ubican en la zona 4 Ciudad de Guatemala, objeto de la muestra y muestreo, que aceptaron participar de forma voluntaria en el estudio, a través de un consentimiento informado.

3.7.2. Criterios de exclusión

- Habitantes de viviendas unifamiliares que se ubican en la zona 4 Ciudad de Guatemala, objeto de la muestra y muestreo, que no aceptaron participar de forma voluntaria en el estudio, a través de un consentimiento informado; para efectos del presente estudio las personas que no aceptaron colaborar fueron sustituidas por las que voluntariamente aceptaron colaborar en la elaboración del presente estudio.
- Habitantes de viviendas unifamiliares que se ubican en la zona 4 Ciudad de Guatemala, objeto de la muestra y muestreo, que no que no se

encontraban en sus viviendas el día de la elaboración de la encuesta y realización de muestreo de residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

3.8. Técnicas, procesos e instrumentos de recolección de datos

La técnica a utilizar para el procesamiento de los datos corresponderá a la de la estadística descriptiva; esta corresponde a la “la rama de la estadística que recolecta, analiza y caracteriza un conjunto de datos con el objetivo de describir las características y comportamientos de este conjunto mediante medidas de resumen, tablas o gráficos”. (Universo formulas, 2019, primer párrafo)

Se han establecido dos escenarios para el desarrollo del presente estudio de investigación, considerándose aspectos relacionados con la evaluación de la situación actual y la propuesta de solución para el manejo de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados por los habitantes de las viviendas unifamiliares de la zona 4 de la Ciudad de Guatemala. Para la evaluación de estas condiciones actuales fueron realizadas encuestas y toma de muestras en 72 viviendas unifamiliares del área residencial de la zona en mención.

La encuesta planteo interrogantes en cuanto a la gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en los inmuebles objeto del muestreo; considerándose aspectos tales como el nivel socioeconómico de los habitantes que ocupan las viviendas unifamiliares encuestadas, forma en la cual se manejan los mismos, periodicidad de recolección y transporte, costo del sistema de recolección, así como la forma de su disposición final.

Otra parte de la encuesta tuvo como objetivo evaluar la producción per cápita de los residuos y desechos sólidos generados, para lo cual fue obtenida muestra de los mismos, contabilizándose el tiempo de almacenamiento de la misma, para posterior realización de clasificación y pesaje de la muestra.

Cada una de las muestras obtenidas fue clasificada de manera individual según la vivienda encuestada, realizándose clasificación primaria en la cual fueron separados inicialmente los residuos y desechos orgánicos e inorgánicos; posteriormente estos últimos fueron clasificados en plásticos, nylon, vidrio, latas de aluminio, otros metales, desechos sanitarios, papel, cartón y otros desechos como tela, cuero y caucho.

Posterior realización de la clasificación de los residuos y desechos antes detallada, se procedió con el pesaje individual de cada uno de los mismos, contabilizándose las cantidades producidas por cada vivienda, para posteriormente realizar el cálculo de su producción per cápita según el número de habitantes y días de acumulación de la muestra obtenida.

3.9. Procesamiento y análisis de datos

El día lunes 21 de septiembre de 2020, con el apoyo de personeros de la Unidad Técnica de la Dirección de Desarrollo Social y de la Alcaldía Auxiliar de la zona 4 de la Municipalidad de Guatemala; fueron realizadas encuestas, toma de muestras, recolección y transporte de las mismas, para su posterior clasificación y pesaje correspondiente, utilizándose los siguientes recursos:

Personal de apoyo:

- 3 encuestadores

- 2 recolectores de muestras
- 1 piloto de camión
- Equipo de bioseguridad
- 6 caretas
- 6 pares de guantes
- 2 recipientes de alcohol en gel
- 6 mascarillas

Equipo:

- Camión de 2 t
- 1 balanza de resorte
- 50 bolsas plásticas negras
- Masking tape de 2"

La formulación de la encuesta considero la evaluación de la producción actual de residuos y desechos sólidos de los habitantes de la zona 4 de la Ciudad de Guatemala, según el nivel socioeconómico definido con anterioridad.

Posterior transporte y toma de muestras, estas fueron clasificadas según residuos y desechos orgánicos e inorgánicos, estos últimos según la clasificación mostrada en el capítulo de análisis de resultados.

Dentro de las mediciones fueron realizadas las siguientes:

- Pesado de desechos sólidos de origen doméstico.
- Cálculo de la producción per cápita de los de residuos y desechos sólidos de origen doméstico.
- Composición física de los residuos y desechos sólidos.

Para la selección de la muestra se utilizó el método de la medición directa de la muestra, se considera el pesaje de todos y cada uno de los elementos que conforman la muestra, para lo cual los residuos y desechos sólidos fueron previamente clasificados, habiéndose considerado los siguientes tipos:

- Orgánico: cáscaras de frutas y verduras, heces de animales domésticos, cabello humano y de mascotas.
- Plásticos: envases pet y embalajes plásticos en general.
- Nylon: bolsas plásticas.
- Vidrio: envases de bebidas y conservas.
- Latas de aluminio: envases de bebidas.
- Otros metales: envases de alimentos enlatados que no son aluminio, chatarra en general.
- Desechos sanitarios: toallas sanitarias, papel sanitario usado, tampones, entre otros.
- Papel: hojas y cuadernos usados.
- Cartón: embalajes de cartón nuevo o reciclado.
- Otros desechos: cuero, tela y envoltorios de comestibles tri pack, entre otros.

Se llevó a cabo la tabulación de datos obtenidos por la encuesta, así como la clasificación y pesaje de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico; se utilizó el programa Microsoft Excel, así como el software estadístico Restudio versión 1.3.1093.

Figura 10. Realización de encuestas y toma de muestras



Fuente: elaboración propia.

Figura 10: identificación socioeconómica del bien inmueble, realización de encuesta, toma e identificación de la muestra.

Figura 11. Identificación de muestras



Fuente: elaboración propia.

Figura 11: identificación de la muestra para su posterior pesaje para la estimación de la producción de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados.

Figura 12. Transporte de muestras



Fuente: elaboración propia.

Figura 12: transporte de muestras previamente identificadas hacia el punto de pesaje.

Figura 13. Proceso de clasificación de residuos y desechos



Fuente: elaboración propia.

Figura 13: clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico para su posterior pesaje individual.

Figura 14. Pesaje de muestras



Fuente: elaboración propia.

Figura 14: pesaje de muestras posterior clasificación de los residuos y desechos sólidos para establecer la producción per cápita de los mismos.

3.10. Límites de la investigación

A continuación, se listan los límites observados al momento de realizar la presente investigación.

3.10.1. Obstáculos

Pese a haber superado la muestra necesaria, se observó poca disponibilidad de los habitantes de viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala para responder la encuesta y obtener respuestas.

Pese a cumplir y exceder el tamaño de la muestra, al haber sido clasificados los residuos y desechos sólidos de origen doméstico; no todas las viviendas produjeron según la clasificación previamente definida, lo cual provocó que se obtuvieran datos en menor cantidad al tamaño de la muestra.

El día que fueron realizados los muestreos, coincidió con el retiro de residuos y desechos sólidos por el tren de aseo local, lo cual impidió obtener muestras adicionales.

La pandemia Covid-19 también fue otro de los obstáculos, debido a que las personas se limitaban a participar en la encuesta por temor a ser contagiados con el virus en mención.

3.11. Aspectos éticos de la investigación

A continuación se describen los aspectos éticos bajo los cuales fue realizada la presente investigación.

3.11.1. Principios éticos generales

Se describe los principios éticos generales tomados en cuenta dentro de la realización del presente estudio, los cuales se indican a continuación:

3.11.1.1. Beneficencia y no maleficencia

Se maximizaron los efectos benéficos al obtener los datos mediante técnicas observacionales, se evitó comprometer la integridad de los sujetos de estudio, se obtuvo información y toma de muestras en cantidades suficientes, lo cual permitió realizar análisis completo, acorde a los objetivos trazados.

El uso de los datos brindados por los participantes fue exclusivamente para la realización de esta investigación; no se proporcionó a personas ajenas a la misma ya que, ante todo, se pretendió la privacidad de los involucrados.

Tampoco se utilizó dicha información para su comercialización o para emprender acciones legales o civiles. No se solicitó datos personales que resulten irrelevantes para las metas trazadas por los integrantes de este grupo de trabajo.

3.11.1.2. Autonomía

Para la realización de la presente investigación fueron tomadas en cuenta aquellas personas con las características descritas en los criterios de inclusión y que, además, se encontraban plenamente de acuerdo en participar de la misma.

Para asegurar lo anterior, se realizó para cada una de ellas un consentimiento informado que, de forma clara y sencilla, explica el propósito y los beneficios de su realización y la razón por la cual se le ha tomado en cuenta; se indicó a los participantes que tienen derecho a no formar parte del estudio o a retirarse del mismo en cualquier momento.

Se les hizo saber que la información proporcionada es confidencial y su acceso es exclusivamente para los miembros del equipo.

Finalmente, se explicó que las encuestas son anónimas y que no son necesarios datos personales como nombre, dirección y teléfono.

3.11.1.3. Respeto por las personas

Se aceptaron las diferentes opiniones y respuestas proporcionadas por los participantes, se evitó a toda costa juzgarles, se consideraron los factores socioeconómicos y culturales propios de los habitantes de la zona 4 Ciudad de Guatemala, ya que dichos aspectos influyen de forma significativa en la manera de pensar de los individuos.

3.12. Categorías de riesgo de la investigación

Dado que la recolección de datos para el presente estudio se llevó a cabo mediante la realización de encuestas (considerada una técnica observacional) se clasifica en la Categoría I.

3.12.1. Categoría I (sin riesgo)

Comprende los estudios que utilizan técnicas observacionales, con las que no se realiza ninguna intervención o modificación intervencional con las variables fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas que participan de dicho estudio, por ejemplo, encuestas y toma de muestras, los cuales no invadieron la intimidad de la persona.

4. ESTUDIO TÉCNICO

El presente capítulo ofrece un análisis detallado sobre el funcionamiento y operatividad de la zona 4 Ciudad de Guatemala, en cuanto al manejo y gestión actual de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico que se producen en viviendas unifamiliares, y lo relacionado con ello.

4.1. Descripción del área en estudio

El manejo de los residuos y desechos sólidos que se generan en la zona 4, Ciudad de Guatemala, se encuentra a cargo de la Dirección de Gestión y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Guatemala; creada mediante Acuerdo del Concejo Municipal de la Ciudad de Guatemala número COM-15-2017.

El objeto principal de la creación de la Dirección en mención es el desarrollo de un sistema técnico, eficiente y oportuno sobre el manejo, gestión y disposición final de los desechos sólidos, en los sitios que para el efecto se pongan en funcionamiento.

Según el Acuerdo COM-15-207, dentro de sus principales funciones se tienen las siguientes:

- Planificar, coordinar, promover sistemas ágiles y eficientes en la técnica del control, manejo, gestión y disposición desde su generación hasta la disposición final de los residuos y desechos sólidos.

- Procurar el fortalecimiento en la capacidad técnica del personal para operar y supervisar los servicios que presta la unidad; tales como ruta de ingreso, definir nuevos centros de acopio y disposición final.
- Desarrollar estudios para llevar a cabo las acciones de modernización de la recolección, transporte, tratamiento y disposición de los desechos sólidos del Municipio de Guatemala.
- Velar por la aplicación del reglamento de residuos y desechos sólidos elaborado para el efecto.
- Elaborar, proponer, socializar e implementar las políticas a corto, mediano y largo plazo para la optimización y efectividad en el manejo de los residuos y desechos sólidos.

El Municipio de Guatemala cuenta con su Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos, el cual fue creado mediante acuerdo de Concejo Municipal número 028-2002; su propósito es el de regular el sistema de almacenamiento, limpieza, recolección, transporte, reciclaje y disposición final de los desechos sólidos en el Municipio, lo cual es aplicable a la zona 4 Ciudad de Guatemala.

4.2. Misión

Según el Plan Estratégico Institucional de la Municipalidad de Guatemala (2020), para los años 2020 al 2024, la misión de dicha institución es:

Ofrecer a los habitantes del municipio las condiciones que les generen una mejor calidad de vida y las oportunidades necesarias para propiciar la inversión productiva, por medio de acciones que impulsen la eficiencia en

la prestación de los servicios públicos municipales y una convivencia armónica”; el cual es aplicable a la zona 4 Ciudad de Guatemala, por encontrarse en la jurisdicción del Municipio de Guatemala. (p. 16)

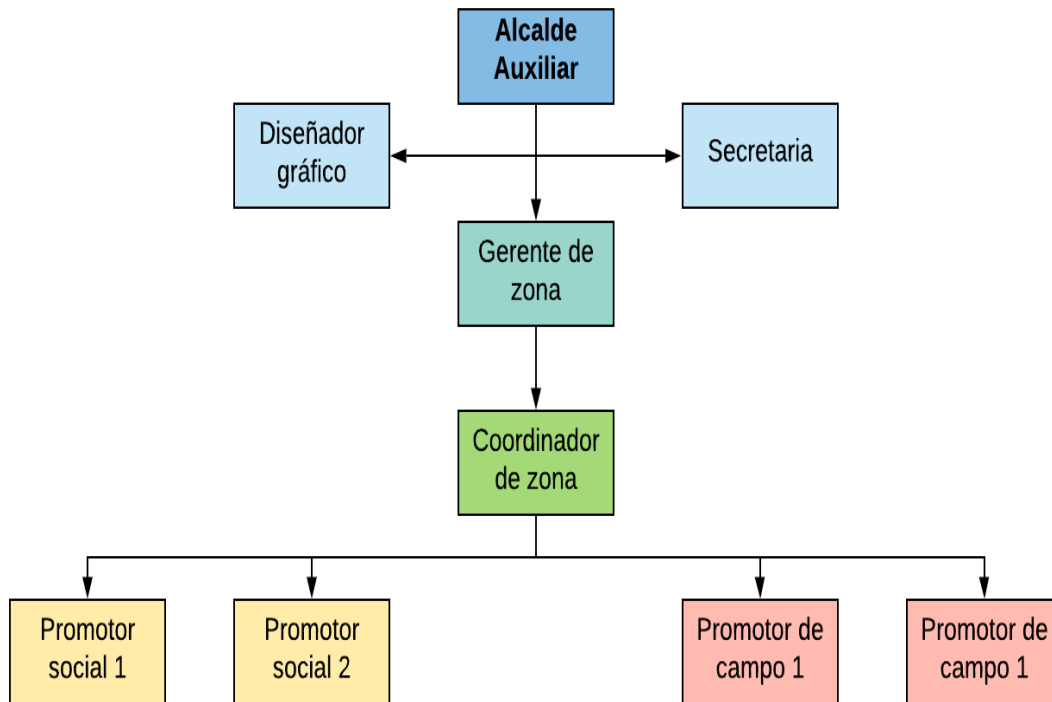
4.3. Visión

Según el Plan Estratégico Institucional de la Municipalidad de Guatemala (2020) para los años 2020 al 2024, la visión de dicha institución es “planificar la ciudad del futuro, construyéndose la ciudad para vivir; lo cual es aplicable a la zona 4 Ciudad de Guatemala, por encontrarse en la jurisdicción del Municipio de Guatemala” (p. 16).

4.4. Organización del talento humano

La alcaldía auxiliar de la zona 4 y la Dirección de Gestión y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Guatemala, realizan actividades de coordinación conjunta para el manejo y gestión de los residuos y desechos sólidos que se generan en la zona 4; para lo cual se organizan de la siguiente manera:

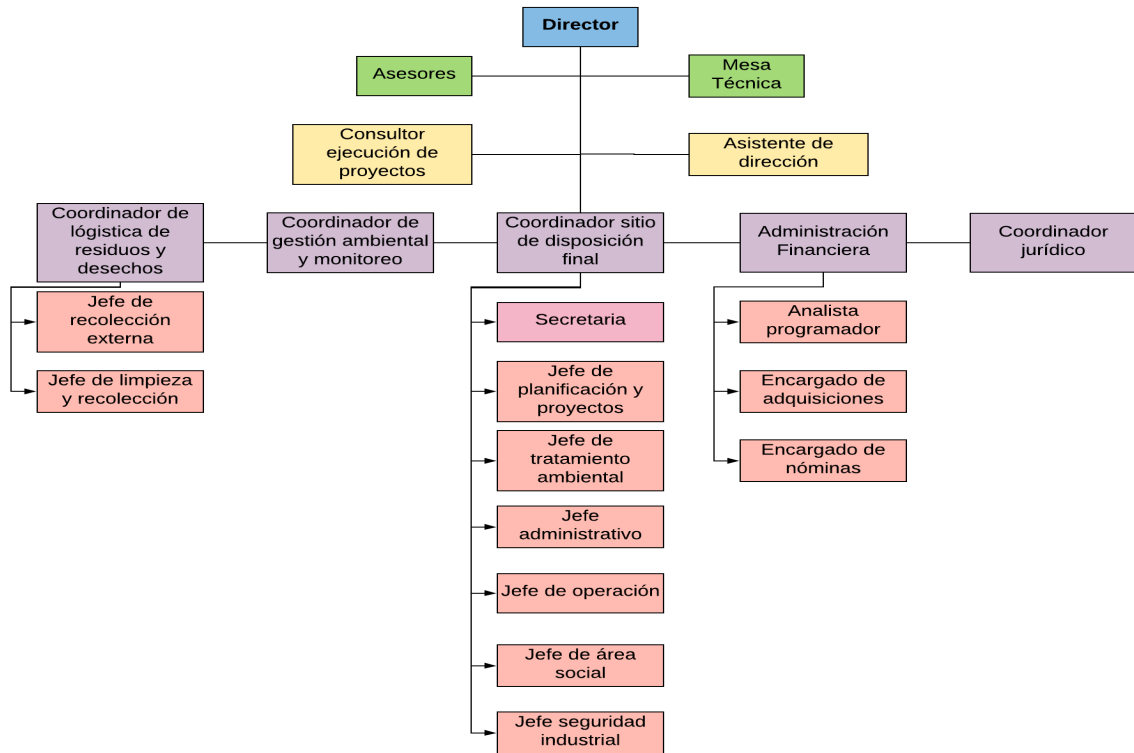
Figura 15. **Organización alcaldía auxiliar zona 4**



Fuente: elaboración propia, con datos de la alcaldía auxiliar de la zona 4 Ciudad de Guatemala.

Figura 15: organización funcional de la alcaldía auxiliar de la zona 4 Ciudad de Guatemala.

Figura 16. **Dirección Gestión y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos**



Fuente: Municipalidad de Guatemala. (2020). *Artículo 10*. Consultado el 24 de octubre de 2020.
 Recuperado de <http://udicat.muniguate.com/articulo10.php>.

Figura 16: organización funcional de la Dirección y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Guatemala.

4.5. Áreas de atención

El área de atención del estudio se delimita a la zona 4 Ciudad de Guatemala, para el presente estudio se enfoca en las viviendas unifamiliares que se encuentran dentro de la circunscripción de la zona en mención.

La Dirección y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Guatemala atiende todas las zonas de la Ciudad de Guatemala, incluyéndose la zona 4, objeto del presente estudio.

4.6. Recursos físicos y tecnológicos

En el presente apartado se detallan los recursos físicos y tecnológicos con los cuales cuenta la Alcaldía Auxiliar de la Zona 4 y la Dirección y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Guatemala.

4.6.1. Recursos físicos

La zona 4 Ciudad de Guatemala, cuenta con una extensión territorial de 1.014 km²; área que es atendida directamente por la alcaldía auxiliar de la zona en mención.

La alcaldía auxiliar de la zona 4 Ciudad de Guatemala, cuenta con oficinas sobre inmueble sobre la vía 7 y ruta 5 5-01, Edificio A4, Local 104.

La Dirección y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Guatemala cuenta con oficinas centrales en el Centro Cívico, sobre la 21 calle 6-49 zona 1, Edificio Olisa, tercer nivel, oficina 12.

4.6.2. Recursos tecnológicos

La alcaldía auxiliar de la zona 4 y la Dirección y Manejo de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Guatemala cuentan con los siguientes recursos tecnológicos para la realización de sus actividades:

- Computadoras.
- Software Gis para cálculo de volúmenes de residuos y desechos sólidos depositados en vertedero municipal.
- Equipos de topografía para realización de levantamientos topográficos en vertedero.
- Sistema GPS para geo referencia de infraestructura.

4.7. Estudio de mercado

A continuación, se describe la capacidad y la demanda de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

4.7.1. Capacidad

En cuanto a la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos, los habitantes de la zona 4 Ciudad de Guatemala, en su mayoría optan por el servicio de recolección, transporte y disposición final en el vertedero municipal ubicado en la zona 3 Ciudad de la Ciudad de Guatemala.

En el vertedero municipal de la Ciudad de Guatemala, depositan residuos y desechos sólidos provenientes de toda la Ciudad de Guatemala, Fraijanes, Santa Catarina Pinula, San José Pinula, Palencia, Chinautla, San Pedro Ayampuc, Mixco, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, Chuarrancho, Villa Nueva, Villa Canales y San Miguel Petapa; atendándose a un total de 3,015,081 habitantes Según el XII Censo Nacional de Población y VII de vivienda del año 2018.

4.7.2. Demanda

En cuanto a la disposición final de los residuos y desechos sólidos, la Municipalidad de Guatemala atiende a la totalidad de habitantes de la zona 4 Ciudad de Guatemala, debiéndose atender a 2,375 habitantes, lo cual corresponde a la población beneficiada directa.

4.7.3. Infraestructura del área en estudio

Según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística realizado en el año 2018, la Municipalidad de Guatemala atiende con tren de aseo al 13 % de la población de la zona 4 Ciudad de Guatemala.

La Municipalidad de Guatemala ha implementado intervenciones para gestionar de manera adecuada el manejo de los residuos y desechos sólidos, a través de actividades de reciclaje y del re uso de desechos, para lo cual ha dispuesto espacios físicos en las zonas 2, 5, 7, 9, 13, 14, 15, 18 y 21, en los cuales se realizar la entrega de residuos y desechos sólidos para su posterior traslado a su proceso de reciclaje, lo cual se realiza mediante el uso de tecnologías modernas y en colaboración con la iniciativa privada.

La Municipalidad de Guatemala en alianza con E-waste, ha impulsado el programa del mismo nombre, el cual tiene como propósito utilizar recursos tecnológicos modernos para reciclar y disponer finalmente de desechos electrónicos.

La alcaldía auxiliar cuenta con una sede de desechos electrónicos en el Salón de la Alcaldía Auxiliar de la zona 4, ubicado en la 7 avenida 4-69 de la zona en mención.

5. MARCO LEGAL

A continuación, se detalla el marco legal que regula la gestión de los residuos y desechos sólidos en la Republica de Guatemala.

5.1. Normativa en Guatemala

La normativa vigente en relación al manejo y gestión de los residuos y desechos sólidos se detalla a continuación:

5.1.1. Constitución Política de la República de Guatemala

Artículo No. 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitándose su depredación. (Mejía, 2012, p. 13)

5.1.2. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

Decreto No. 68-86 Congreso de la República de Guatemala.

Artículo No 1. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propician el desarrollo social económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación el medio ambiente y mantenga el equilibrio

ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

Artículo 18. El Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos correspondientes, relacionados con las actividades que puedan causar alteración estética del paisaje y de los recursos naturales, provoquen ruptura del paisaje y factores considerados como agresión visual y cualesquiera otras situaciones de contaminación y de visual, que afecten la salud mental y física y la seguridad de las personas (Congreso Guatemala, 1986). (Mejía, 2012, p. 13)

5.1.3. Código de Salud

Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala

- **Sección IV: Residuos sólidos:**

Artículo 102: Responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las Municipalidades la prestación de los servicios; 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. (Mejía, 2012, p. 13)

Artículo 107: Residuos sólidos de la industria y comercio. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y residuos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas Industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los residuos no permitan la utilización del servicio ordinario

para la disposición de los residuos generales (Congreso Guatemala, 1997). (Mejía, 2012, p. 14)

5.1.4. Política Nacional

Acuerdo gubernativo No. 281-2015

La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos parte de una visión compartida por los actores relevantes, que se resume en la frase siguiente: Guatemala, un país limpio y ordenado, con un ambiente saludable y una población educada.

5.1.5. Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos

Acuerdo COM. No. 028-2002, Municipalidad de Guatemala, Concejo Municipal de la ciudad de Guatemala.

“Artículo 1. El presente Reglamento regula el sistema de almacenamiento, limpieza, recolección, transporte, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos en el Municipio de Guatemala” (Mejía J., 2012, p. 13).

5.1.6. Reglamento Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios

Acuerdo gubernativo No. 509-2001. Ministerio de salud pública y asistencia social.

Artículo 1. El presente reglamento tiene como finalidad el dar cumplimiento al manejo de residuos que comprende la recolección, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos,

provenientes de los hospitales públicos o privados, centros de atención médica autónomos o semi autónomos y de atención veterinaria. (MSPAS, 2010)

5.2. Instituciones para la gestión y manejo de residuos

A continuación, se presentan las instituciones para la gestión y manejo de residuos.

5.2.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN

Es el responsable de formular y ejecutar las políticas relativas a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales del país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiéndose prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural. (INFOIARNA, 2011, p. 25)

5.2.2. CONADES

Creada en agosto de 2004, a través del Acuerdo Gubernativo 234-2004, la Comisión Nacional para el Manejo de Residuos Sólidos se constituye en el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales de los residuos sólidos; es, por lo tanto, la comisión encargada de coordinar y ejecutar las acciones técnicas y legales adecuadas en el manejo de residuos sólidos del país. (INFOIARNA, 2011, p. 26)

5.2.3. CONADESCO

Es una unidad administrativa cuya finalidad es promover, asesorar y coordinar todas las acciones emprendidas a nivel nacional en materia de residuos sólidos, tanto en el sector público como en el privado. Está conformado por una Junta Directiva integrada por representantes del sector público y privado, de índole social, ambiental, industrial, de salud, desarrollo, entre otras. (INFOIARNA, 2011, p. 26)

5.2.4. CONADEL

Es una unidad administrativa cuya finalidad es promover, asesorar y coordinar todas las acciones emprendidas a nivel nacional en materia de residuos líquidos, tanto en el sector público como en el privado. Está conformado por una Junta Directiva integrada por representantes del sector público y privado, de índole social, ambiental, industrial, de salud, desarrollo, entre otras. (INFOIARNA, 2011, p. 26)

5.2.5. SEGEPLAN

Secretaria de planificación y programación de la presidencia.

Es el órgano de planificación del Estado, establecida como una institución de apoyo a las atribuciones de la Presidencia de la República, le corresponde coadyuvar a la formulación de la política general de desarrollo del Gobierno y evaluar su ejecución y efectos. Para hacer operativa su naturaleza, la SEGEPLAN tiene dos ámbitos de planificación y programación: el global y sectorial y el de su validación en las instancias de participación ciudadana, en

todo el territorio nacional, por medio del Sistema de Consejos de Desarrollo. (SEGEPLAN, 2019)

5.2.6. INFOM

El INFOM es una institución estatal, autónoma, descentralizada con personalidad jurídica y con patrimonio, creada con la finalidad de promover el desarrollo económico y social de los municipios, dedicada a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones, transformar la gestión pública de los Gobiernos locales, en una actividad dinámica y efectiva, que coadyuve a la solución de los problemas y necesidades de las comunidades y destinada a apoyar a las Municipalidades de la Republica en la promoción de su desarrollo, mediante la prestación de servicios directos y el otorgamiento de asistencia técnica y financiera de diversa índole. (INFOM, 2019)

5.2.7. MSPAS

Garantiza el ejercicio del derecho a la salud de las y los habitantes del país, el cual ejerce la rectoría del sector salud a través de la conducción, coordinación, y regulación de la prestación de servicios de salud, y control del financiamiento y administración de los recursos, orientados al trato humano para la promoción de la salud, prevención de la enfermedad, recuperación y rehabilitación de las personas, con calidad, pertinencia cultural y en condiciones de equidad. (Mejía, 2012, p. 17)

5.2.8. DGRVCS

La Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud es una dependencia del Nivel Central del Ministerio de Salud, encargada de la

elaboración de las normas técnicas de los programas relacionados con la atención a las personas, al ambiente; atención de desastres y sistemas de apoyo. Asimismo, es responsable del desarrollo de normas técnicas para la vigilancia, control, supervisión y evaluación de los programas indicados, en coordinación con la Dirección del Sistema Integral de Atención en Salud, el control de la calidad del cumplimiento de las normas en forma periódica. (MSPAS, 2019)

5.3. Ley del Impuesto Único Sobre Inmuebles -IUSI-

El Decreto 15-98 del Congreso de la República, Ley del Impuesto Único Sobre Inmuebles, establece un impuesto único anual sobre el valor de los bienes inmuebles situados en el territorio de la República de Guatemala.

El impuesto recae sobre los bienes inmuebles rústicos y urbanos, los mismos se integran al terreno, las estructuras, construcciones, instalaciones adheridas al inmueble y sus mejoras, así como los cultivos permanentes.

El impuesto, las multas y los intereses que la mora genere están destinados a las municipalidades para su desarrollo local, y al Estado para el desarrollo nacional.

Para la determinación del impuesto anual sobre bienes inmuebles, en el decreto antes en mención se establecieron las escalas y tasas indicadas en la tabla a continuación:

Tabla V. Tasas de valor del IUSI

VALOR INSCRITO	IMPUESTO
Hasta Q. 2,000.00	Exento
De Q. 2,001.00 a Q. 20,000.00	2 %
De Q. 20,001.00 a Q. 70,000.00	6 %
De Q. 70,001.00 en adelante	9 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla V: tasas de valor para la determinación del IUSI, según valores inscritos de los inmuebles.

Para la determinación del impuesto, el valor inscrito de cada bien inmueble se refiere directamente a las escalas anteriores, multiplicándolo por la tasa correspondiente. De los fondos que recauda la Superintendencia de Administración Tributaria –SAT–, como fruto del impuesto, corresponderá a las municipalidades lo siguiente:

- El 100 % recaudado de los contribuyentes afectos al 2 %.
- El 75 % recaudado de los contribuyentes afectos al 6 o 9 % de los bienes inmuebles ubicados dentro de su jurisdicción territorial y el 25 % para el Estado. Estos fondos deberán ser trasladados a la cuenta del fondo común del Estado y el Ministerio de Finanzas Públicas entregará sin ninguna excusa mensualmente a cada municipalidad su parte respectiva, dentro cinco días siguientes a la finalización del mes correspondiente.

Para aquellas municipalidades que indiquen poseer la capacidad técnica y administrativa para recaudar y administrar el impuesto; el Ministerio de Finanzas Públicas les trasladará expresamente dichas atribuciones a partir de la

vigencia de la ley. Por consiguiente, del monto recaudado les corresponderá a las municipalidades respectivas el 100 %, que ingresará como fondos privativos, que deberán destinarse según lo establecido en la literal b del Artículo 2 de la Ley del Impuesto Único Sobre Inmuebles.

La Dirección de Catastro y Avalúo de Bienes Inmuebles (DICABI), podrá delegar en las municipalidades las funciones que sean necesarias para mejor administración del impuesto, a dicha dependencia corresponde el registro, control y fiscalización del impuesto. Sin embargo, es mediante Acuerdo Ministerial que se descentralizan las funciones de recaudación y administración del impuesto único sobre inmuebles.

Además del propio interés de las municipalidades, la ley establece la obligación de las municipalidades, de las dependencias del Estado y de las entidades descentralizadas y autónomas de brindar la colaboración que le requiera la DICABI, acerca del valor de las construcciones, adiciones y mejoras que se realicen sobre los bienes inmuebles ubicados en su jurisdicción.

El impuesto anual para efectos de su pago, se fracciona en cuatro cuotas trimestrales que cada contribuyente pagará en el mes siguiente al trimestre vencido.

El contribuyente que no hiciere efectivo el pago del impuesto en la forma y tiempo establecido, incurrirá en una multa equivalente al 20 % de la cantidad que hubiese dejado de pagar. Además, se le cargará un interés resarcitorio por cada día de atraso el cual se calcula al multiplicar el monto del impuesto omitido, la tasa máxima de interés activo fijada por la Junta Monetaria para los bancos del sistema.

6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La propuesta de solución básicamente consistió en determinar el valor económico derivado de la clasificación y posterior comercialización de los residuos y desechos sólidos domésticos que se producen anualmente en la zona 4 Ciudad de Guatemala, obteniéndose un beneficio económico derivado del proceso de la generación clasificada de los mismos.

Este beneficio económico, obtenido del proceso de la generación clasificada y posterior comercialización, se aplicará como descuento en la tasa del Impuesto Único Sobre Inmuebles IUSI, según el valor fiscal del inmueble que habitan las personas que generan los residuos y desechos sólidos de origen doméstico, lo cual es la base para la determinación del incentivo para su clasificación, con lo cual se realiza una propuesta sostenible para la zona 4 Ciudad de Guatemala.

6.1. Producción anual de residuos sólidos domésticos

Para efectos del presente estudio, se ha considerado una clasificación socioeconómica de la población, en función de la cual se producen las cantidades para cada uno de los tipos de residuos y desechos sólidos de origen doméstico previamente establecidos; considerándose las clases socioeconómicas baja, media y alta; según se indicó en numeral 3.7. *Selección de los sujetos de estudio.*

6.1.1. Clasificación socioeconómica de viviendas en zona 4

Según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística realizado en el año 2018, la zona 4 del municipio de Guatemala, cuenta con 760 viviendas ocupadas, mediante las cuales se estimó una población total de 2,375 habitantes.

Para efectos del presente estudio, se consideraron datos del Censo antes en mención, el criterio adoptado para establecer la clasificación socioeconómica, se basó en los datos obtenidos para viviendas particulares censadas ocupadas por material predominante en el piso, de la zona 4 Ciudad de Guatemala, estableciéndose las consideraciones mostradas en la tabla a continuación:

Tabla VI. Inmuebles que conforman la muestra

Clase socioeconómica	Material predominante en el piso	Cantidad de viviendas	%
Alta	Ladrillo Cerámico	322	42.37 %
	Parqué / vinil		
	Madera		
Media	Ladrillo de cemento	284	37.37 %
	Otro		
Baja	Ladrillo de barro	154	20.26 %
	Torta de cemento		
	Tierra		
Total		760	100.00 %

Fuente: elaboración propia, con datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística.

Tabla VI: clasificación socioeconómica de las viviendas que se ubican en zona 4 Ciudad de Guatemala.

Cabe mencionar que la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Guatemala ,cuenta con información certera y actualizada respecto el valor de los bienes inmuebles existentes en el Municipio de Guatemala, incluyéndose a la zona 4 de la Ciudad; los datos que se consideran en el presente estudio, son estimados y bajo criterio de clasificación socioeconómica en función del material predominante en el piso, según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística realizado en el año 2018.

6.1.2. Clasificación socioeconómica de la población en zona 4

Según las distribuciones porcentuales obtenidas del apartado anterior, se realizó estimación de la distribución socioeconómica de la población de la zona 4 Ciudad de Guatemala, según se muestra a continuación.

Tabla VII. **Distribución socioeconómica de los habitantes de zona 4**

Clase socioeconómica	Cantidad de habitantes	%
Alta	1,006	42.37 %
Media	888	37.37 %
Baja	481	20.26 %
Total	2,375	100.00 %

Fuente: elaboración propia con datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística.

Tabla VII: distribución socioeconómica de los habitantes de la zona 4 Ciudad de Guatemala para la estimación de las cantidades de residuos y desechos sólidos de origen doméstico producidos en la zona.

6.1.3. Estimación de la producción total de residuos sólidos

A continuación, y de acuerdo a los datos obtenidos para cada una de las clasificaciones socioeconómicas, según en el numeral 7.10. Generación de residuos inorgánicos, se estimaron los volúmenes de residuos y desechos sólidos de origen doméstico producidos anualmente por los habitantes de la zona 4 Ciudad de Guatemala.

6.1.3.1. Producción clase socioeconómica baja

Bajo las consideraciones de población estimada por clase socioeconómica, según el numeral 6.1.2. Clasificación socioeconómica de la población en zona 4, la producción per cápita obtenida en el numeral 7.10.1. Clase socioeconómica baja, y un periodo de producción de 365 días, equivalentes a un año, se obtuvieron las siguientes producciones estimadas anuales para la clase socioeconómica baja:

Tabla VIII. Producción clase socioeconómica baja

Tipo de residuo o desecho	Producción per cápita Kg. / Hab. / día	Producción anual total Kg.
Orgánico	0.2950	51,792
Plásticos	0.0150	2,633
Nylon	0.0010	176
Vidrio	0.0016	281
Latas de aluminio	0.0015	263
Otros metales	0.0175	3,072
Desechos sanitarios	0.0175	3,072
Papel	0.0165	2,897
Cartón	0.0012	211
Otros desechos	0.0144	2,528
Total		66,925

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII: producción de residuos y desechos sólidos según composición y clasificación socioeconómica baja

6.1.3.2. Producción clase socioeconómica media

Bajo las consideraciones de población estimada por clase socioeconómica, según el numeral 6.1.2. Clasificación socioeconómica de la población en zona 4, la producción per cápita obtenida en el numeral 7.10.2. Clase socioeconómica media, y un periodo de producción de 365 días, equivalentes a un año, se obtuvieron las siguientes producciones estimadas anuales para la clase socioeconómica media:

Tabla IX. Producción clase socioeconómica media

Tipo de residuo o desecho	Producción per cápita Kg. / Hab. / día	Producción anual total Kg.
Orgánico	0.1844	59,768
Plásticos	0.0188	6,093
Nylon	0.0031	1,005
Vidrio	0.0600	19,447
Latas de aluminio	0.0010	324
Otros metales	0.0010	324
Desechos sanitarios	0.0568	18,410
Papel	0.0010	324
Cartón	0.0050	1,621
Otros desechos	0.1066	34,551
Total		141,867

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX: producción de residuos y desechos sólidos según composición y clasificación socioeconómica media.

6.1.3.3. Producción clase socioeconómica alta

Bajo las consideraciones de población estimada por clase, socioeconómica según el numeral 6.1.2. Clasificación socioeconómica de la población en zona 4, la producción per cápita obtenida en el numeral 7.10.3. Clase socioeconómica alta, y un periodo de producción de 365 días, equivalentes a un año, se obtuvieron las siguientes producciones estimadas anuales para la clase socioeconómica alta:

Tabla X. Producción clase socioeconómica alta

Tipo de residuo o desecho	Producción per cápita Kg. / Hab. / día	Producción anual total Kg.
Orgánico	0.2590	95,102
Plásticos	0.0280	10,281
Nylon	0.0160	5,875
Vidrio	0.1750	64,258
Latas de aluminio	0.0040	1,469
Otros metales	0.0020	734
Desechos sanitarios	0.0200	7,344
Papel	0.0040	1,469
Cartón	0.0320	11,750
Otros desechos	0.0800	29,375
Total		227,657

Fuente: elaboración propia.

Tabla X: producción de residuos y desechos sólidos según composición y clasificación socioeconómica alta.

6.1.3.4. Producción total anual

Bajo las consideraciones de la producción de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, para cada una de las clasificaciones socioeconómicas

previamente determinadas, a continuación, se muestra la producción anual total de los habitantes de la zona 4 Ciudad de Guatemala:

Tabla XI. **Producción total anual**

Tipo de residuo o desecho	Producción anual (Kg.)			Total anual (Kg.)
	Clase Baja	Clase Media	Clase Alta	
Orgánico	51,792	59,768	95,102	206,662
Plásticos	2,633	6,093	10,281	19,007
Nylon	176	1,005	5,875	7,056
Vidrio	281	19,447	64,258	83,986
Latas de aluminio	263	324	1,469	2,056
Otros metales	3,072	324	734	4,130
Desechos sanitarios	3,072	18,410	7,344	28,826
Papel	2,897	324	1,469	4,690
Cartón	211	1,621	11,750	13,582
Otros desechos	2,528	34,551	29,375	66,454
Total	66,925	141,867	227,657	436,449

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI: producción de residuos y desechos sólidos según composición para los habitantes de zona 4 Ciudad de Guatemala.

6.2. Valor de mercado de los residuos producidos

El propósito principal de la generación clasificada de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, es la comercialización de los estos, de tal manera que se conviertan en materias primas para la fabricación y obtención de nuevos productos.

Para el caso de los residuos orgánicos, se plantea la opción de producir compost para su posterior comercialización, con lo cual se perciben ingresos

económicos y se evita la contaminación a los mantos freáticos, derivado del uso de fertilizantes químicos convencionales.

Para el caso de los residuos inorgánicos, se plantea la propuesta de comercialización a precios de mercado local, lo cual genera fuentes de empleo directo e indirecto; adicionalmente se reduce la contaminación ambiental del aire, el agua y el sub suelo.

6.2.1. Valor de mercado de los residuos sólidos orgánicos

La municipalidad de Guatemala, a través de la Dirección de Medio Ambiente, ha implementado centros de acopio de desechos orgánicos en donde se pueden reciclar los residuos biodegradables a través de compostaje, el cual sirve para abonar la tierra de siembra.

Por 100 Kg. de residuo orgánico, se obtienen en promedio 30 Kg. de abono. El abono que se obtiene del proceso de compostaje permite que se reduzca el uso de fertilizantes químicos, el cual adicionalmente contamina los acuíferos por exceso de nitrato. (Nimatuj, 2019, p. 58)

El costo promedio de abono orgánico en la Ciudad de Guatemala es de Q. 50.00 por quintal, equivalente a Q. 1.10 por Kilogramo. De la estimación de la producción anual de residuos orgánicos en la zona 4 Ciudad de Guatemala, a continuación, se presentan las cantidades e ingresos derivados de la producción de compost.

Tabla XII. **Ingresos por producción de compost**

Residuo	Producción Residuos orgánicos (Kg./año)	Producción Compost (Kg./año)	Valor de mercado Compost (Q.)	Ingresos Totales (Q.)
Orgánico	206,662	61,999	Q. 1.10	Q. 68,199.00
Total	206,662	61,999		Q. 68,199.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII: ingresos anuales por producción de compost en zona 4 Ciudad de Guatemala.

6.2.2. Valor de mercado de los residuos sólidos inorgánicos

A través de investigación de campo, se obtuvieron los valores de mercado, derivados de la compra de los residuos inorgánicos, según clasificación previamente establecida. Cabe mencionar que esta investigación de campo fue realizada en áreas aledañas al vertedero de la zona 3 Ciudad de Guatemala.

A continuación, se muestran los valores unitarios compra, así como los ingresos totales anuales derivados de la comercialización de los residuos sólidos producidos en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

Tabla XIII. **Ingresos totales por comercialización de residuos inorgánicos**

Residuo inorgánico tipo	Producción (Kg./año)	Valor de mercado (Kg.)	Ingresos (Q.)
Plásticos	19,007	Q. 0.88	Q. 16,726.00
Nylon	7,056	Q. 0.44	Q. 3,105.00
Vidrio	83,986	Q. 0.49	Q. 41,153.00
Latas de aluminio	2,056	Q. 7.17	Q. 14,742.00
Otros metales	4,130	Q. 0.66	Q. 2,726.00
Desechos sanitarios	28,826	Q. 0.00	Q. 00.00
Papel	4,690	Q. 0.88	Q. 4,127.00
Cartón	13,582	Q. 0.44	Q. 5,976.00
Otros desechos	66,454	Q. 0.00	Q. 00.00
Total	436,449		Q. 88,555.00

Fuente: elaboración propia.

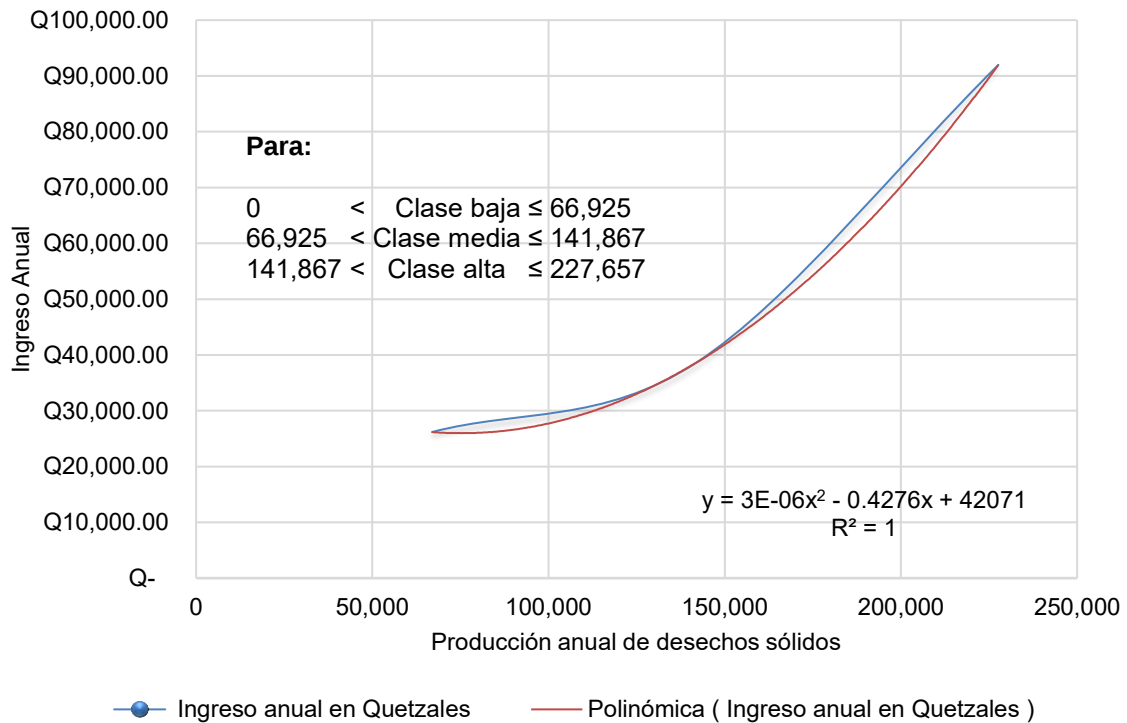
Tabla XIII: ingresos anuales por comercialización de residuos inorgánicos producidos en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

Tabla XIV. **Ingresos por comercialización de residuos inorgánicos**

Tipo de residuo o desecho	Ingresos anuales (Q)			Total anual (Q)
	Clase Baja	Clase Media	Clase Alta	
Orgánico	Q 17,091	Q 19,723	Q 31,384	Q 68,198
Plásticos	Q 2,317	Q 5,362	Q 9,047	Q 16,726
Nylon	Q 77	Q 443	Q 2,585	Q 3,105
Vidrio	Q 138	Q 9,529	Q 31,486	Q 41,153
Latas de aluminio	Q 1,886	Q 2,323	Q 10,533	Q 14,742
Otros metales	Q 2,028	Q 214	Q 484	Q 2,726
Desechos sanitarios	Q 0	Q 0	Q 0	Q 0
Papel	Q 2,549	Q 285	Q 1,293	Q 4,127
Cartón	Q 93	Q 713	Q 5,170	Q 5,976
Otros desechos	Q 0	Q 0	Q 0	Q 0
Total	Q 26,179	Q 38,592	Q 91,982	Q 156,753

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Ingresos anuales de la producción de residuos y desechos



Fuente: elaboración propia.

Figura 18: ingresos anuales en función a la producción de residuos y desechos sólidos en zona 4 Ciudad de Guatemala.

La gráfica anterior puede utilizarse para estimar los ingresos anuales en función a la producción de residuos y desechos sólidos de origen doméstico en la zona 4, Ciudad de Guatemala, sustituyendo en la variable independiente la producción estimada, con lo cual se obtienen los ingresos de la comercialización de los mismos.

6.2.3. Propuesta de comercialización

Derivado del proceso de clasificación y comercialización de los residuos sólidos domésticos, se presenta a continuación los ingresos totales estimados a obtener derivado de dichos procesos:

Tabla XV. **Ingresos totales por comercialización de residuos**

Residuo tipo	Ingresos anuales (Q.)
Orgánico	Q. 68,199.00
Inorgánico	Q. 88,555.00
Total	Q. 156,754.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV ingresos totales anuales por comercialización de residuos producidos en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

6.3. Propuesta de incentivo

La propuesta considera el descuento total de los ingresos anuales percibidos de la comercialización de los residuos orgánicos e inorgánicos; incentivo que sería aplicable a todas las viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala, únicamente si sus habitantes clasifican previamente sus residuos y desechos sólidos de origen doméstico, acorde a clasificación previamente establecida en el presente estudio.

Según resultados obtenidos en el capítulo 7, inciso 7.6. *Disponibilidad de clasificación*, el 96 % de los habitantes encuestados de la zona 4 Ciudad de Guatemala, está dispuesto a clasificar desde casa sus residuos y desechos

sólidos, para lo cual se pueden utilizar bolsas de identificadas, previa recolección de los mismos.

Los ingresos totales anuales derivados de la clasificación y comercialización ascienden a Q. 156,754.00, los cuales se distribuirían de manera proporcional para cada uno de los 760 inmuebles residenciales, que se ubican en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala, según su clasificación socioeconómica acorde a información del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda. Guatemala del Instituto Nacional de Estadística; lo cual representaría un descuento anual en el IUSI de Q. 206.00 por inmueble.

La propuesta considera que los vecinos de la zona 4 Ciudad de Guatemala, deben pagar el servicio de extracción de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, considerándose una tasa de Q. 30.00 mensuales por el servicio de extracción, según datos promedio obtenidos en 7.5. *Costo por el servicio de recolección.*

6.3.1. Inmuebles exentos del IUSI

Los inmuebles o viviendas que por sus características propias posean un valor fiscal inscrito hasta de Q. 2,000.00, se encuentran exentos del IUSI; estos inmuebles también pueden percibir el descuento anual de Q. 206.00 el cual podrá aplicarse al pago de servicios municipales. El descuento será aplicable si los habitantes del bien inmueble clasifican sus residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

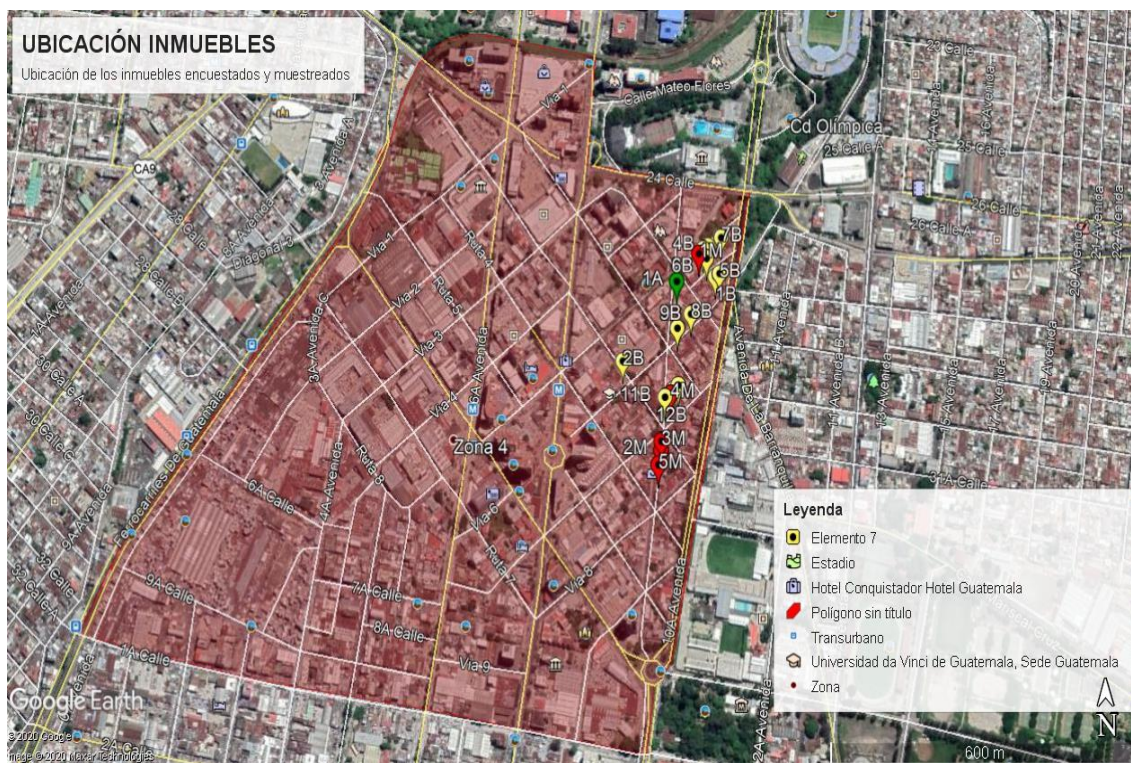
6.3.2. Inmuebles sujetos al IUSI

Los inmuebles o viviendas que por sus características propias posean un valor fiscal superior a Q. 2,000.01 percibirán un descuento fijo anual de Q. 206.00, el cual podrá aplicarse en 4 cuotas trimestrales de Q. 51.50. Al igual que el caso anterior, el descuento será aplicable si los habitantes del bien inmueble clasifican sus residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el apoyo de la Municipalidad de Guatemala, a través de la alcaldía auxiliar de la zona 4, fue realizada encuesta y toma de muestras de desechos sólidos de origen doméstico a los inmuebles ubicados en áreas residenciales según se muestra a continuación:

Figura 18. Ubicación de los inmuebles que conforman la muestra



Fuente: Google Earth Pro. (2020). *Ubicaciones inmuebles*. Consultado el 17 de octubre de 2020. Recuperado de Lansat/Copernicus 2020 INEGI.

Figura 18: ubicación de Inmuebles que conforman la muestra, se visualiza en viñeta verde la clasificación socioeconómica alta, en rojo media y amarillo baja.

Habiéndose contabilizado una muestra equivalente de 72 inmuebles distribuidos de la siguiente manera: en viñeta verde, 33 apartamentos de clase socioeconómica alta; en viñeta roja, 22 apartamentos y 4 viviendas de clase socioeconómica media y en viñeta amarilla, 13 viviendas de clase socioeconómica baja.

7.1. Inmuebles encuestados y muestreados

Fue realizada encuesta y muestreo a inmuebles unifamiliares el día lunes 21 de septiembre de 2019, habiéndose clasificado a sus habitantes según clase socio económica, estableciéndose clases alta, media y baja; según características constructivas y acabados en sus fachadas exteriores descritos con anterioridad.

La muestra consideraba 37 viviendas unifamiliares; sin embargo, fue posible obtener una muestra de 72 viviendas, distribuidas según clasificación socioeconómica a continuación:

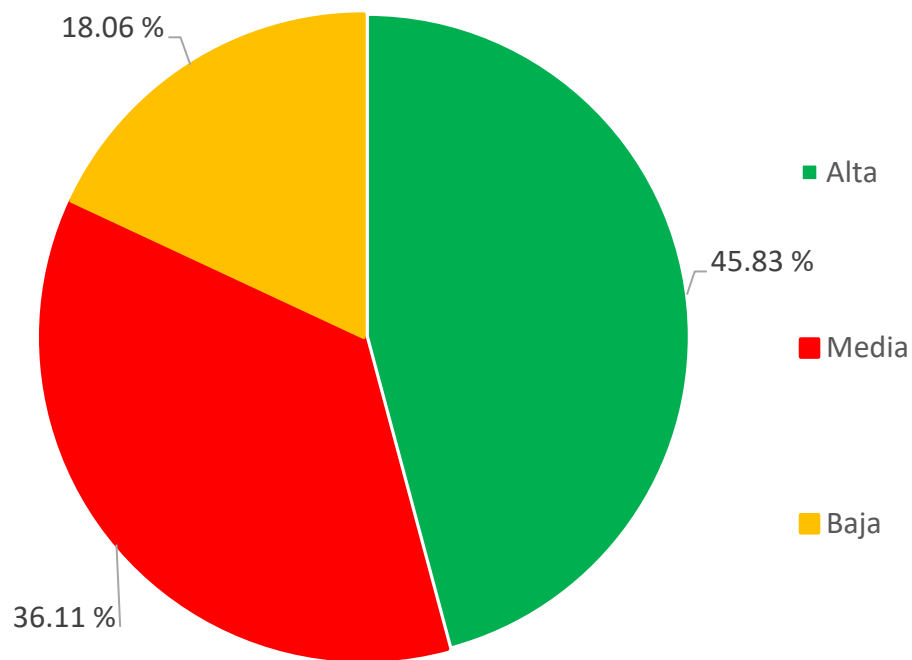
Tabla XVI. Inmuebles que conforman la muestra

Clase socioeconómica	Cantidad	%
Alta	33	46 %
Media	23	36 %
Baja	13	18 %
Total	72	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI: clasificación socioeconómica de los bienes inmuebles objeto encuesta y toma de muestra de desechos sólidos.

Figura 19. **Inmuebles que conforman la muestra**



Fuente: elaboración propia.

Figura 19: inmuebles que conforman la muestra, según clasificación socioeconómica, se visualiza en verde la clasificación socioeconómica alta, en rojo media y amarillo baja.

7.2. Distribución de personas por rangos de edad

Los habitantes de las viviendas unifamiliares fueron clasificados en niños y adultos, considerándose a los primeros menores a 10 años y personas adultas

mayores a 10 años, se identificó que la población encuestada 120 fueron adultos y 24 niños; lo cual corresponde al 83 % y 17 %, respectivamente; para un total de 144 personas que representan el 100 % del resultado.

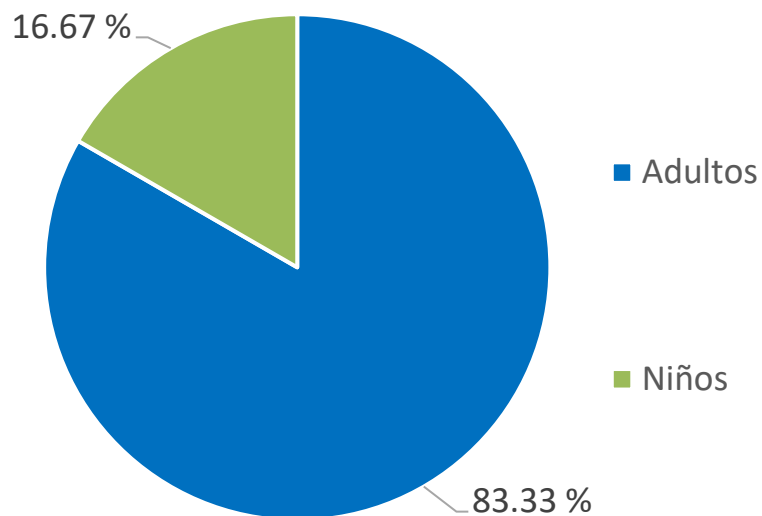
Tabla XVII. **Personas que viven en la vivienda unifamiliar**

Habitantes	Cantidad	%
Adultos	120	83 %
Niños	24	17 %
Total	144	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII: clasificación de personas por rango de edad que habitan las viviendas unifamiliares encuestadas.

Figura 20. **Personas que viven en la vivienda unifamiliar**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20: personas que viven en las viviendas unifamiliares objeto del muestreo y encuesta; en azul se observan adultos y en verde niños.

7.3. Disposición de los residuos y desechos

Los 139 habitantes de las viviendas unifamiliares encuestadas disponen sus residuos y desechos sólidos en camión recolector, lo cual corresponde al 100 % de la población total. Fueron consultadas formas alternas de disposición de los residuos y desechos sólidos, consultándose entre otras si los mismos se queman, reciclan, entierran o bien se colocan en recipientes públicos; sin embargo, ninguna de estas últimas corresponde a la forma de disposición de los residuos y desechos sólidos de la zona.

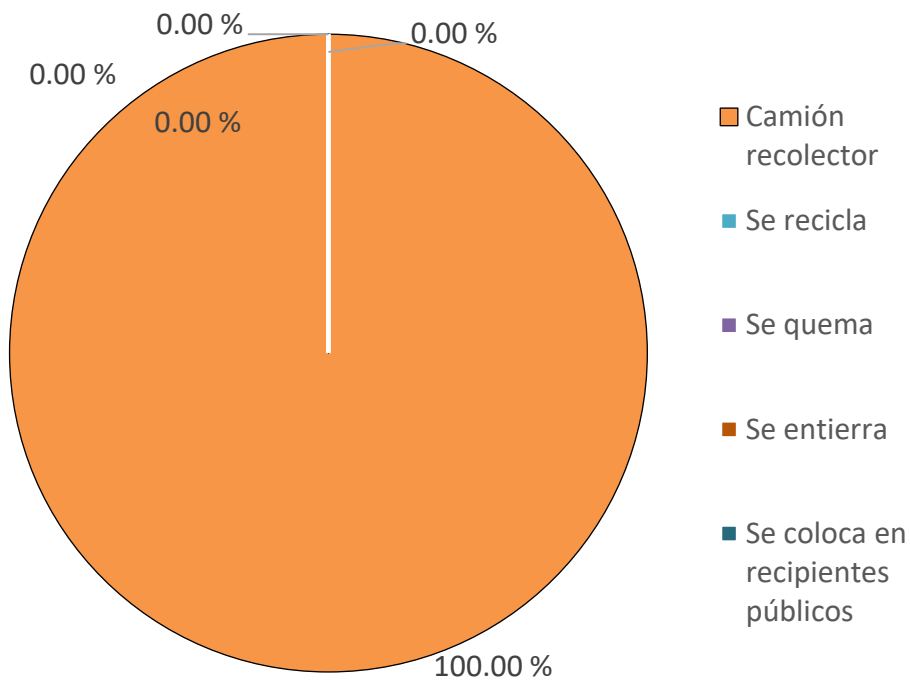
Tabla XVIII. **Forma de disponer los residuos y desechos sólidos**

Disposición de los residuos y desechos sólidos	Cantidad Inmuebles	%
Camión recolector	72	100 %
Se recicla	0	0 %
Se quema	0	0 %
Se entierra	0	0 %
Se coloca en recipientes públicos	0	0 %
Total	72	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII: forma de disposición de los residuos y desechos sólidos para establecer la forma de gestión de los mismos en la zona.

Figura 21. **Forma de disponer los residuos y desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 21: evaluación de la forma de disposición de los residuos y desechos sólidos generados en las viviendas unifamiliares encuestadas, de las cuales el 100 % dispone de sus residuos y desechos sólidos en camiones recolectores.

7.4. **Periodicidad de recolección de residuos y desechos sólidos**

De la muestra de 72 inmuebles que representan el 100 %, 71 inmuebles indicaron que el camión recolector tiene una periodicidad de 3 veces a la semana, únicamente un inmueble manifestó que el camión recolector tiene una periodicidad de 5 veces a la semana, según se muestra a continuación:

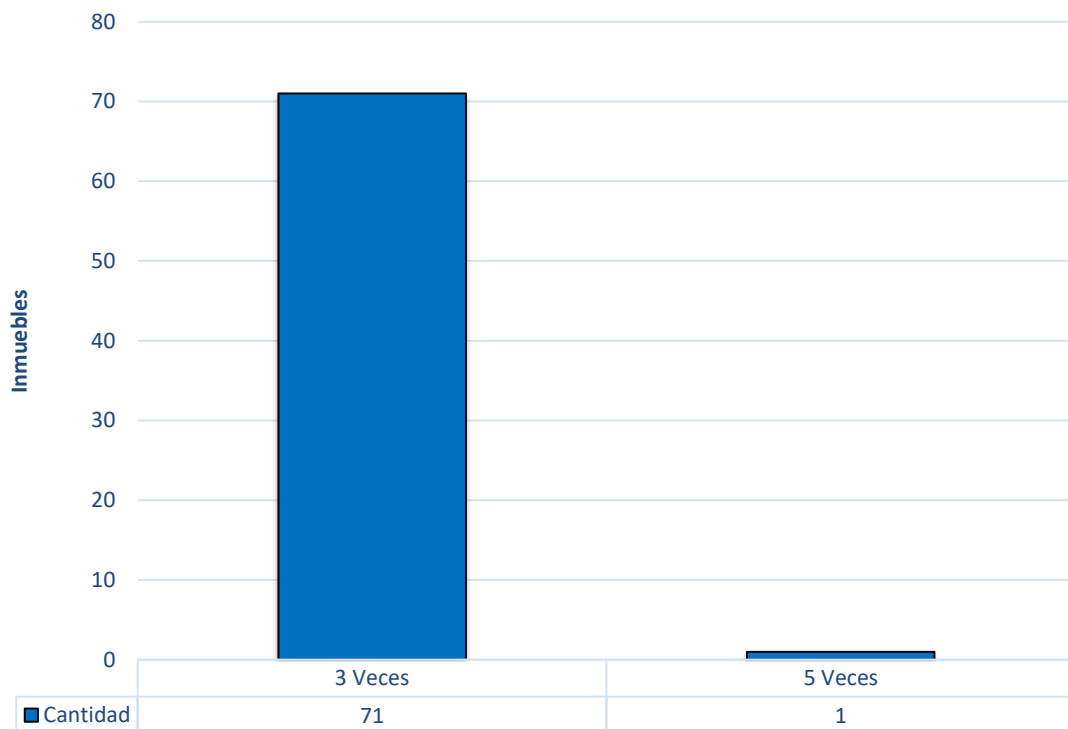
Tabla XIX. Periodicidad de la recolección en zona 4

Periodicidad del camión recolector	Cantidad	%
3 veces por semana	71	99 %
5 veces por semana	1	1 %
Total	72	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX: periodicidad en la cual se recolectan los residuos y desechos sólidos producidos en la zona 4.

Figura 22. Periodicidad de la recolección en la zona



Fuente: elaboración propia.

Figura 22: determinación de la cantidad de veces que se recolectan los residuos y desechos sólidos en la zona, observándose que en su mayoría se tiene una recolección de 3 veces por semana.

7.5. Cobro por el servicio de recolección

El costo mensual de la recolección y transporte de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico de los inmuebles de la zona se encuentran entre los Q. 25.00 y Q. 70.00; según resultados mostrados a continuación:

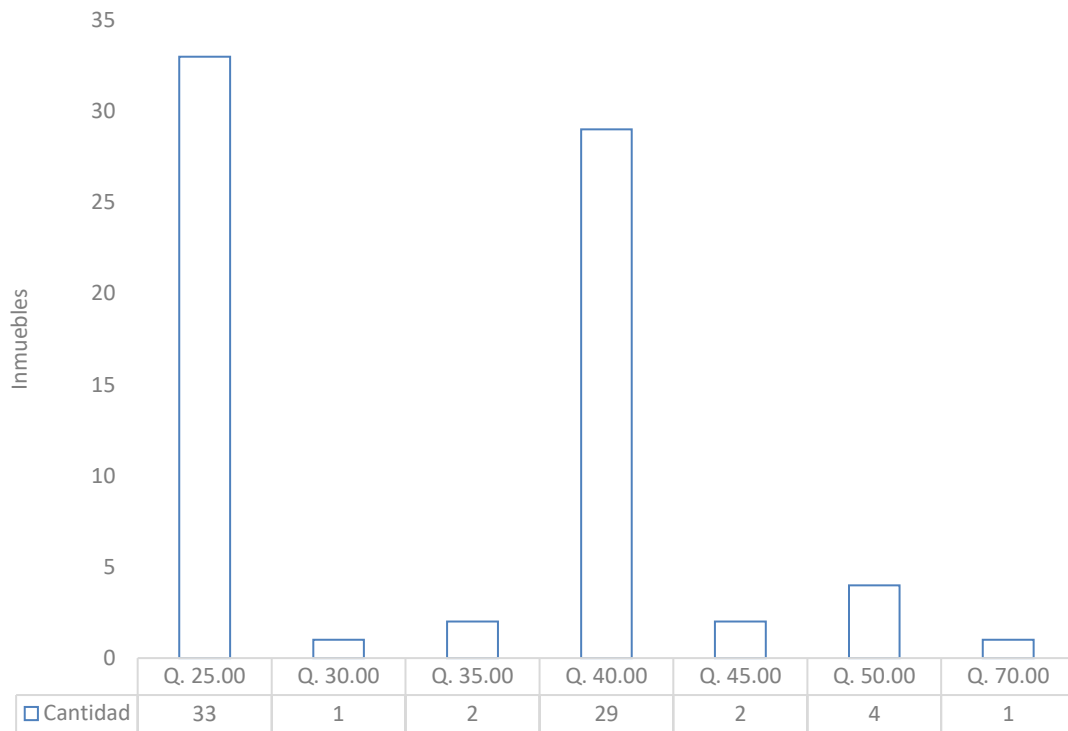
Tabla XX. Costo mensual de la recolección en zona 4

Costo mensual de la recolección	Cantidad	%
Q. 25.00	33	46 %
Q. 30.00	1	1 %
Q. 35.00	2	3 %
Q. 40.00	29	40 %
Q. 45.00	2	3 %
Q. 50.00	4	6 %
Q. 70.00	1	1 %
Total	72	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX: costo mensual de la recolección de residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

Figura 23. **Costo mensual de la recolección**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23: costo mensual de la recolección de los residuos y desechos sólidos en la zona, predominan los costos entre Q. 25.00 y Q. 40.00.

7.6. Disponibilidad de clasificación

69 de los habitantes equivalentes al 96 % de los encuestados, manifiestan su disponibilidad en cuanto a clasificar los residuos y desechos sólidos de origen doméstico si esto representa un descuento en el pago de algún servicio o impuesto; mientras que los 3 restantes, equivalentes al 4 % no estarían dispuestos a clasificar sus residuos y desechos sólidos según se muestra.

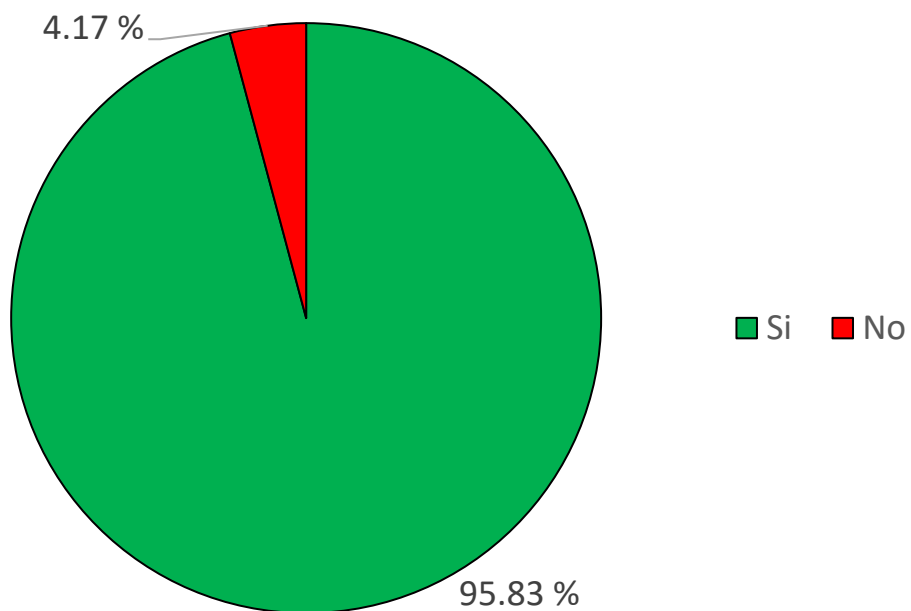
Tabla XXI. **Habitantes dispuestos a clasificar residuos y desechos sólidos**

Disponibilidad	Cantidad	%
Si	69	96 %
No	3	4 %
Total	72	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI: habitantes dispuestos a clasificar sus residuos y desechos sólidos previa recolección y transporte de los mismos.

Figura 24. **Habitantes dispuestos a clasificar residuos y desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 24: habitantes de los inmuebles consultados que estarían dispuestos o no a clasificar sus residuos y desechos sólidos de origen doméstico, en verde se visualizan los habitantes dispuestos a clasificar y en rojo los habitantes que no están dispuestos a clasificar los mismos.

7.7. Forma de clasificación

Fueron presentadas tres propuestas de clasificación de residuos y desechos sólidos a los habitantes de las viviendas unifamiliares encuestadas, las cuales se listan a continuación:

- Clasificación de los residuos y desechos sólidos desde casa mediante la utilización de bolsas identificadas previa recolección y transporte de los mismos.
- Pago adicional a camión recolector con el propósito de clasificar los residuos y desechos sólidos posterior a su recolección y transporte.
- Colocación de contenedores públicos debidamente identificados para depositar en ellos los residuos y desechos sólidos generados.

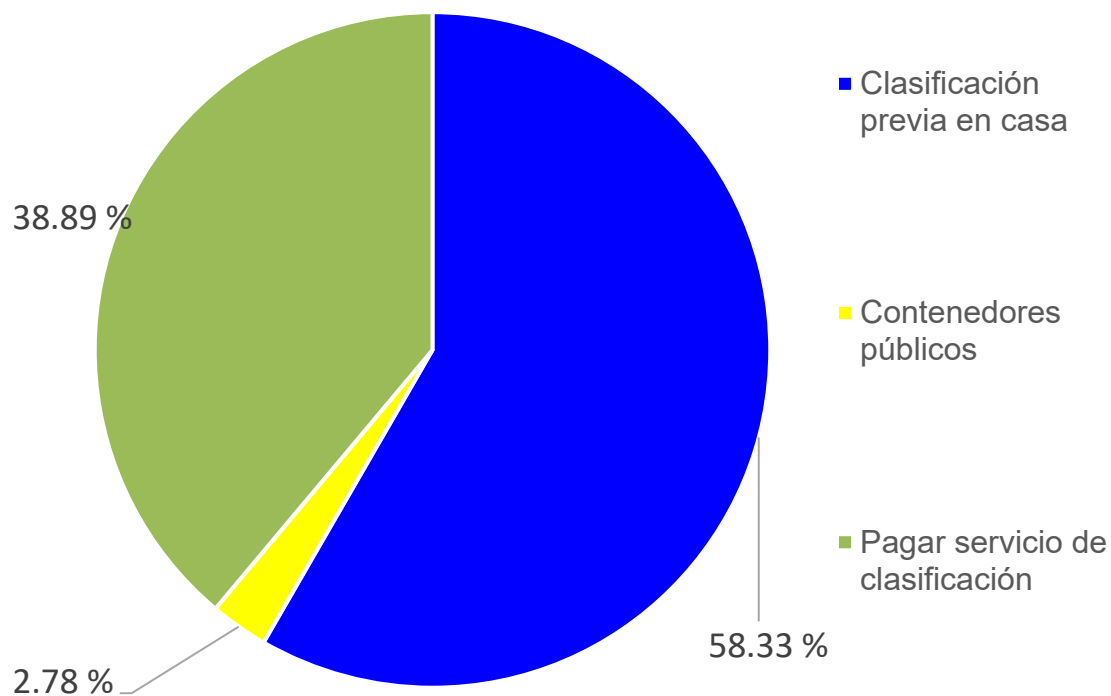
Tabla XXII. **Propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos**

Forma de clasificación	Inmuebles	%
Clasificación en casa	42	58%
Contenedores públicos	2	3%
Pagar para clasificar	28	39%
Total	72	100%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII: propuesta de clasificación planteada a habitantes de las viviendas objeto de la encuesta y muestreo.

Figura 25. **Propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 25: propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos, en azul se muestra la propuesta de clasificación previa en casa, amarillo en contenedores públicos y verde los que están dispuestos a pagar un adicional por servicio de clasificación.

7.8. Generación total

Fue realizado pesaje de los residuos y desechos sólidos generados por 72 inmuebles, los cuales fueron clasificados acorde al nivel socioeconómico al cual pertenecen, observándose que la producción de los mismos depende del nivel socioeconómico de los habitantes encuestados, observándose que los mayores volúmenes son producidos por la clase socioeconómica designada como alta, seguida por las clases socioeconómicas media y baja, según se muestra a continuación:

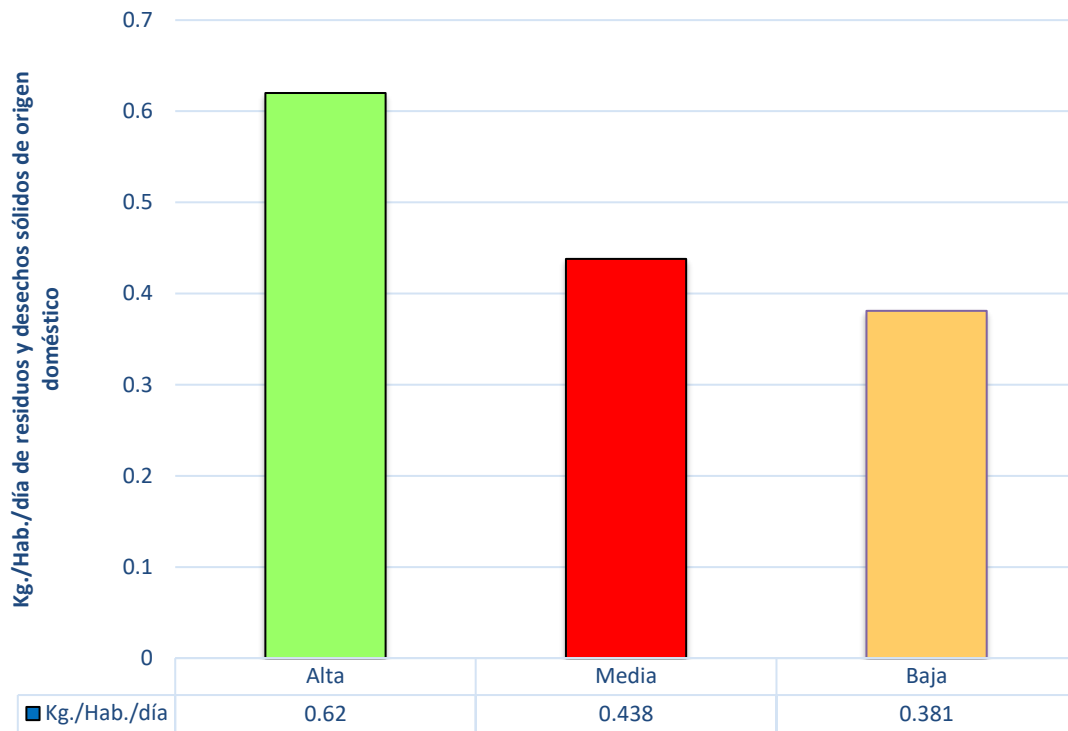
Tabla XXIII. Generación total de residuos y desechos sólidos

Clase socioeconómica	Producción de residuos y desechos sólidos (Kg. / Hab. / día)
Alta	0.620
Media	0.438
Baja	0.381
Promedio Total	0.480

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII: residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados diariamente por habitantes de la zona 4 Ciudad de Guatemala, según clasificación socioeconómica.

Figura 26. **Generación total de residuos y desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 26: generación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico según clasificación socioeconómica establecida, en verde se observa la producción de la clase socioeconómica alta, en rojo y amarillo las clases socioeconómicas media y baja, respectivamente.

7.9. **Generación promedio según composición**

Según su composición y clasificación socioeconómica, se ha determinado la siguiente producción de residuos y desechos sólidos de origen doméstico en la zona, la clase socioeconómica alta genera mayor cantidad de residuos y

desechos sólidos inorgánicos, mientras que sucede lo contrario con la clase socioeconómica baja, la cual genera mayor cantidad de residuos y desechos sólidos orgánicos, según se muestra a continuación:

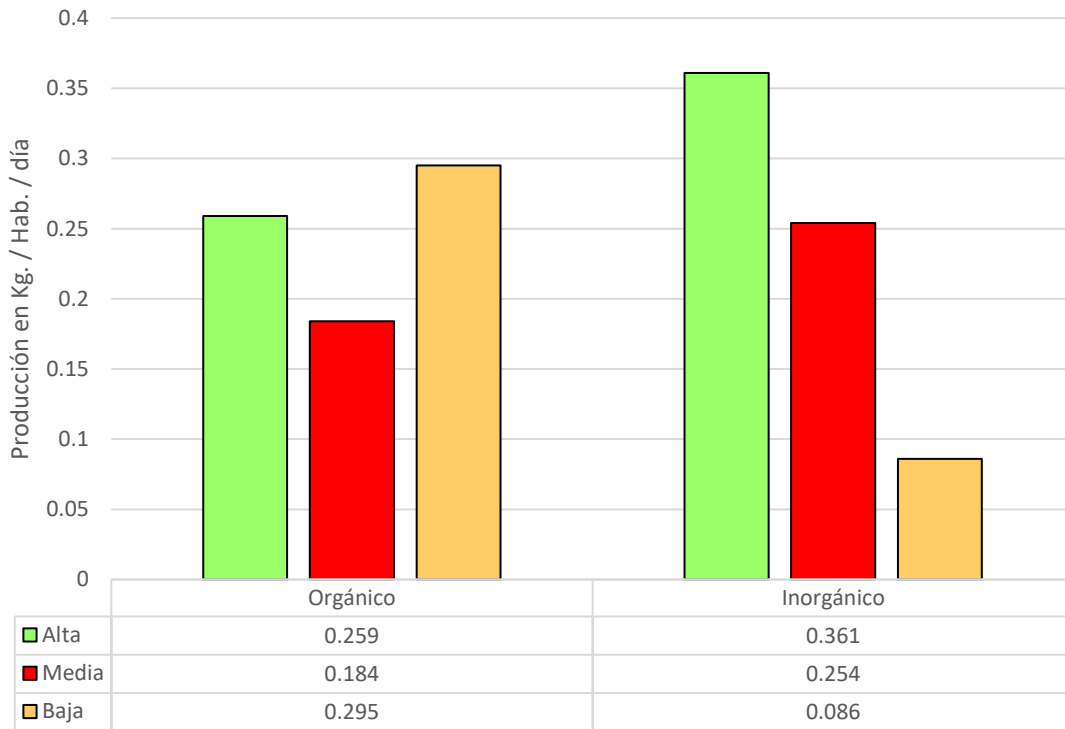
Tabla XXIV. **Generación de residuos y desechos sólidos**

Composición	Producción promedio según clase socioeconómica (Kg. / Hab. /día)		
	Alta	Media	Baja
Orgánico	0.2590	0.1844	0.2950
Inorgánico	0.3610	0.2533	0.0862
Producción Total	0.6200	0.4377	0.3812

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV: generación de residuos y desechos sólidos según composición y clasificación socioeconómica.

Figura 27. **Generación de residuos y desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27: generación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico según composición y clasificación socioeconómica, en verde se observa la clase socioeconómica alta; en rojo y amarillo las clases socioeconómicas media y baja, respectivamente.

7.10. **Generación de residuos inorgánicos**

A continuación, se muestran los resultados de la medición de los residuos inorgánicos generados según clasificaciones socioeconómicas baja, mediana y alta; para tal situación fueron efectuados cálculos estadísticos de probabilidad a

través de corrección de la curva de distribución normal, presentándose los intervalos de confianza y los valores p.

7.10.1. Clase socioeconómica baja

A continuación, se muestran los resultados de la producción per cápita para los distintos residuos inorgánicos producidos por la clase socioeconómica baja; mostrándose mayor generación de otros metales, desechos sanitarios, papel y plásticos; seguidos de otros desechos, vidrio, latas de aluminio y cartón.

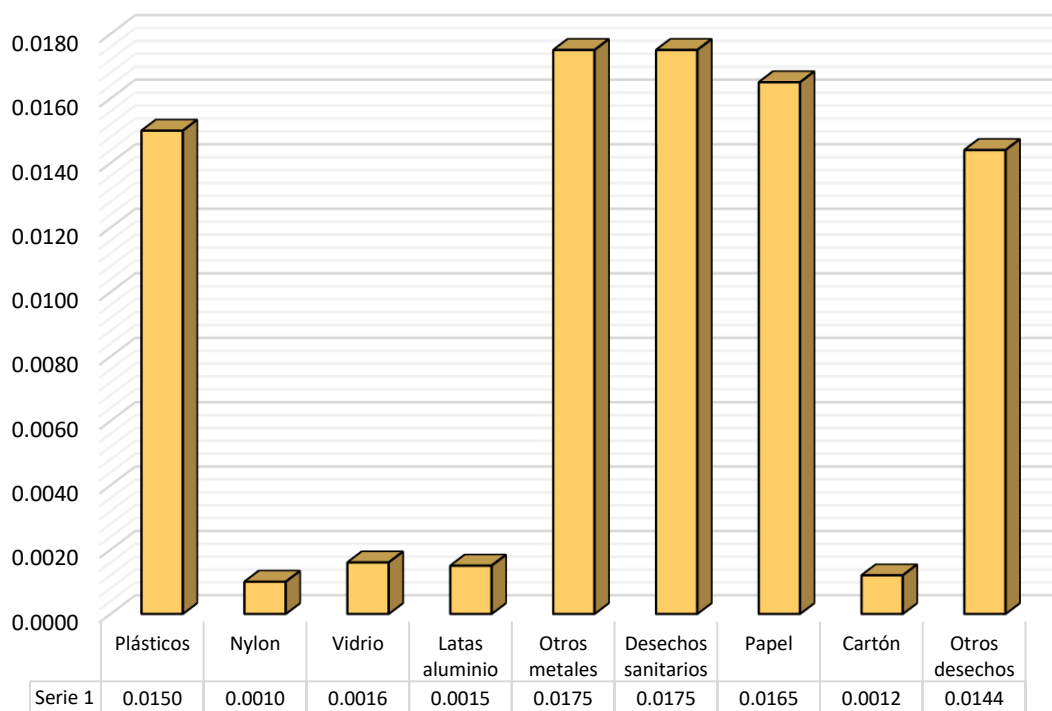
Tabla XXV. **Generación clase socioeconómica baja**

Residuo inorgánico	Kg. / Hab. /día	Intervalo de confianza		P-valor
		De	A	
Plásticos	0.0150	0.0140	0.0700	0.0591
Nylon	0.0010	0.0000	0.0025	0.0510
Vidrio	0.0016	0.0020	0.0020	0.1736
Latas de aluminio	0.0015	0.0020	0.0020	0.1736
Otros metales	0.0175	0.0050	0.1814	0.1814
Desechos sanitarios	0.0175	0.0050	0.0300	0.1814
Papel	0.0165	0.0010	0.0320	0.0579
Cartón	0.0012	0.0002	0.0023	0.0797
Otros desechos	0.0144	0.0062	0.0226	0.0687
Producción Total	0.3812			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV: generación de residuos y desechos sólidos según composición y clasificación socioeconómica baja

Figura 28. **Generación clase socioeconómica baja**



Fuente: elaboración propia.

Figura 28: generación de residuos inorgánicos de origen doméstico según clasificación socioeconómica baja.

7.10.2. Clase socioeconómica media

A continuación, se muestran los resultados de la producción per cápita para los distintos residuos inorgánicos producidos por la clase socioeconómica media; mostrándose mayor generación de otros desechos, vidrio, desechos sanitarios, plásticos, cartón, nylon, latas de aluminio y otros metales.

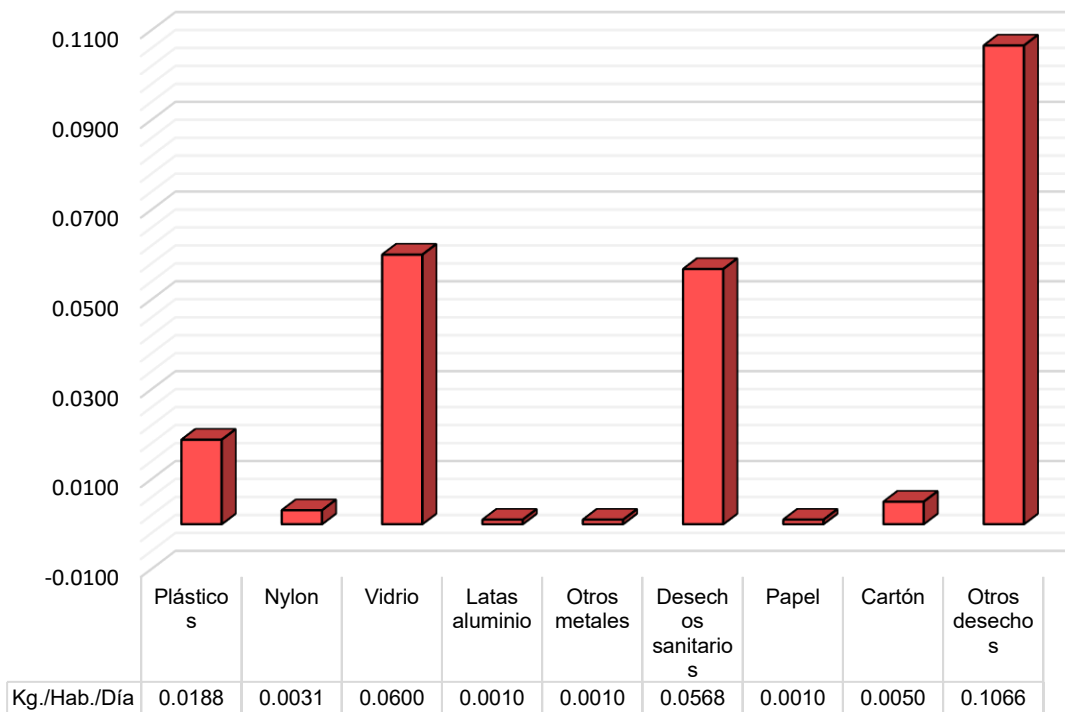
Tabla XXVI. **Generación clase socioeconómica media**

Residuo inorgánico	Kg. / Hab. /día	Intervalo de confianza		P-valor
		De	A	
Plásticos	0.1844	-0.0191	0.3879	0.3701
Nylon	0.2533	-0.0317	0.5469	0.1821
Vidrio	0.0188	0.0041	0.0629	0.1003
Latas de aluminio	0.0031	0.0025	0.0150	0.0975
Otros metales	0.0600			1.0000
Desechos sanitarios	0.0010			1.0000
Papel	0.0010			1.0000
Cartón	0.0568	-0.0168	0.1305	0.1110
Otros desechos	0.0010			1.0000
Producción Total	0.4377			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI: generación de residuos y desechos sólidos según composición y clasificación socioeconómica media.

Figura 29. **Generación clase socioeconómica media**



Fuente: elaboración propia.

Figura 29: generación de residuos inorgánicos de origen doméstico según clasificación socioeconómica media.

7.10.3. Clase socioeconómica alta

A continuación, se muestran los resultados de la producción per cápita para los distintos residuos inorgánicos producidos por la clase socioeconómica alta; mostrándose mayor generación de vidrio, seguido de otros desechos, cartón, plásticos, otros metales, nylon, latas de aluminio, papel y otros metales.

Debido a que la muestra fue conformada por 33 apartamentos que conforman un inmueble, para esta muestra no fue aplicable el análisis estadístico de probabilidades, intervalos de confianza y valores P; únicamente se consideró el promedio de producción per cápita de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, debido a que se obtuvo una sola muestra conjunta para el inmueble conformado por el número de apartamentos en mención.

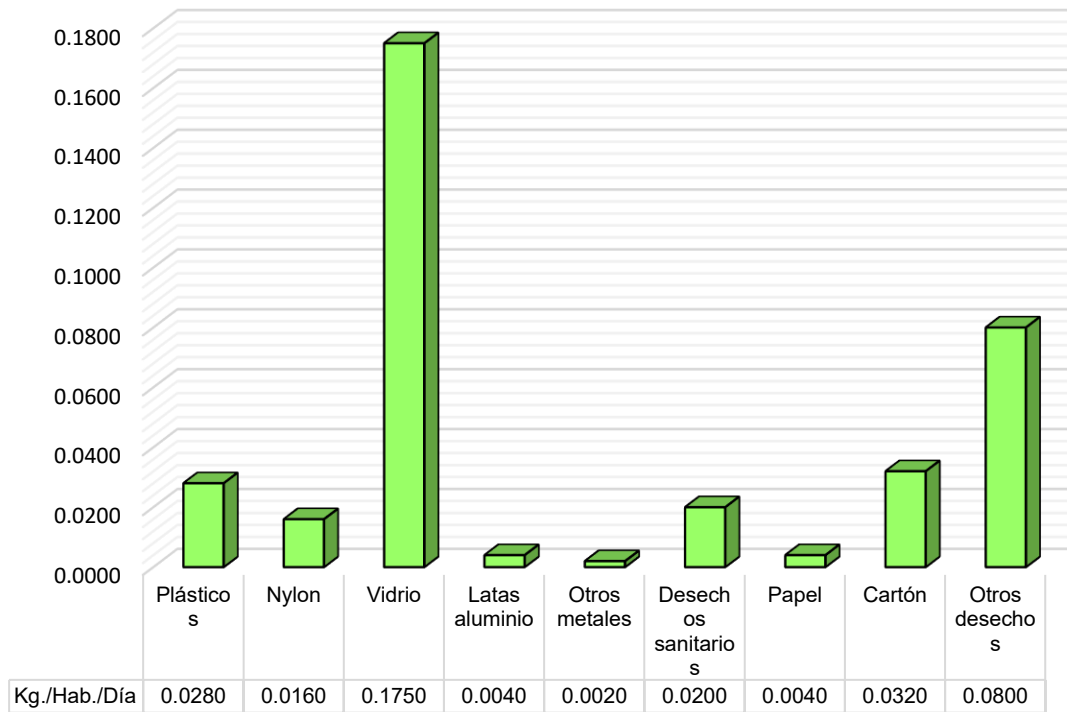
Tabla XXVII. **Generación clase socioeconómica alta**

Residuo inorgánico	Kg. / Hab. /día
Plásticos	0.0280
Nylon	0.0160
Vidrio	0.1750
Latas de aluminio	0.0040
Otros metales	0.0020
Desechos sanitarios	0.0200
Papel	0.0040
Cartón	0.0320
Otros desechos	0.0800
Producción Total	0.6200

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII: generación de residuos y desechos sólidos según composición y clasificación socioeconómica alta.

Figura 30. **Generación clase socioeconómica media**



Fuente: elaboración propia.

Figura 30: generación de residuos inorgánicos de origen doméstico según clasificación socioeconómica alta.

8. COSTOS APROXIMADOS Y ANÁLISIS FINANCIERO

En este capítulo se presenta el costo final del estudio y los costos derivados de la implementación del estudio para la clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, Ciudad de Guatemala.

8.1. Costo del estudio

A continuación, se presentan los costos estimados para la elaboración del estudio, los cuales se han considerado por recurso humano, transporte y viáticos, materiales y otros considerados.

Tabla XXVIII. Costos del estudio

Recurso	Descripción	Total
Humano	1 estudiante	Q 21,000.00
	Asesor	Q 2,000.00
Transporte y viáticos	Transporte y movilización	Q 3,000.00
	Viáticos semanales	Q 1,500.00
Materiales	1 computadora Portátil.	Q 10,500.00
	1 cámara fotográfica.	Q 1,500.00
	1 impresora	Q 650.00
	1 lote consumibles de oficina.	Q 4,500.00
Otros	Servicio de internet	Q 300.00
	Celular.	Q 300.00
	Energía eléctrica.	Q 150.00
	Imprevistos 10 %	Q 4,540.00
TOTAL		Q 49,940.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII: integración de los costos de la investigación por recurso, se indican los costos financieros utilizados en la investigación.

8.2. Presupuesto de mejora

De conformidad a lo estipulado en el artículo 67 del Código Municipal *Competencias propias del municipio*; una de estas corresponde a la recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; en este sentido, para la implementación del sistema de clasificación, se ha considerado que el servicio de gestión y manejo de residuos y desechos sólidos de origen doméstico de la zona 4 Ciudad de Guatemala, sea prestado por la municipalidad de Guatemala.

Según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, 101 hogares de la zona 4 cuentan con servicio municipal para la eliminación de la basura; esto equivale al 13 % de hogares con cobertura del servicio municipal, con lo cual se hace necesario cubrir el 87 % restante, el cual en su mayoría es prestado por servicio privado.

Según datos obtenidos, en la zona 4 Ciudad de Guatemala, anualmente se generan alrededor de 597,181 Kg. de residuos y desechos sólidos de origen doméstico; si se considera una densidad equivalente de los mismos de 250 Kg/m³, se estima un volumen anual aproximado de 2,390 m³ de residuos y desechos sólidos de origen doméstico; equivalentes a 46 m³ semanales, si se considera una frecuencia de recolección de dos veces por semana, se tiene un total de 23 m³ o 4.6 t por recolección.

Según cantidades y volúmenes anteriormente estimados, se hace necesario contar con un camión recolector de 22 yardas cúbicas de capacidad, con el cuál se le brindaría la cobertura del servicio a toda la zona 4 Ciudad de

Guatemala; se hace necesario contar adicionalmente con 1 chofer, 2 ayudantes para recolección y clasificación, además de contar con 1 verificador de pesaje y clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

El sistema de clasificación, también considera la implementación de un administrador y un auxiliar administrativo, para la verificación del proceso de clasificación y comercialización; adicionalmente será necesario contar con un espacio para ordenamiento y clasificación de residuos, estimándose un área de 200 m² de galpón de estructura metálica.

Para estimar el costo anual de los bienes muebles requeridos en la propuesta, se considera una vida útil del camión recolector de 5 años, y del galpón de 25 años, considerándose costos de inversión de Q. 250,000 y Q. 240,000, respectivamente.

A continuación, se muestran los costos de la propuesta, se indican los costos mensuales y anuales de la misma, se considera que los costos del recurso humano son facturados.

Tabla XXIX. **Presupuesto de mejora**

Propuesta a implementar	Propuesta mensual	Propuesta anual
Creación 1 plaza administrador.	Q. 6,500.00	Q. 78,000.00
Creación 1 plaza auxiliar administrativo.	Q. 3,000.00	Q. 36,000.00
Creación de 1 plaza para chofer.	Q. 3,500.00	Q. 42,000.00
Creación 2 plazas para ayudantes.	Q. 5,200.00	Q. 62,400.00
Creación 1 plaza auxiliar clasificación.	Q. 3,500.00	Q. 42,000.00
Adquisición camión recolector.	Q. 4,167.00	Q. 50,004.00
Construcción galpón.	Q. 800.00	Q. 9,600.00

Continuación tabla XXIX.

Combustibles y lubricantes.	Q. 1,500.00	Q. 18,000.00
Servicio de mantenimiento camión.	Q. 7,500.00	Q. 90,000.00
Ingresos por la prestación de servicio.	- Q. 22,800.00	-Q. 273,600.00
Total		Q. 154,404.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX: integración del presupuesto de mejora, se indican los costos del recurso humano y físico para la implementación de la propuesta.

8.3. Análisis financiero

Según el perfil ambiental de Guatemala 2010 – 2012, al 2007 los costos de mantenimiento del vertedero municipal de la zona 3 Ciudad de Guatemala ascendían a Q. 22,000,000 de quetzales; según datos del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, la ciudad de Guatemala cuenta con 932,392 habitantes; lo cual representa un costo anual para el manejo y disposición final de residuos y desechos sólidos de alrededor de Q. 23.60 por habitante.

Según el documento antes en mención, durante el año 2006, se contaba con un costo anual a nivel Republica de Guatemala de Q. 1,495,000,000, por la exposición de la población rural a fuentes contaminantes; lo cual es equivalente a un costo anual de Q. 217.00 por habitante; este parámetro puede considerarse para efectos de cálculo a nivel local en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

Según Barillas V. (2015), “se tiene un costo ambiental de US\$ 9.00/tonelada de basura dispuesta en basureros municipales en el Departamento de

Guatemala, estos a su vez son equivalentes a Q. 0.08 por Kg. y un costo anual de Q. 20.11 por habitante” (p. 20).

Según entrevista realizada a personeros de la Empresa Municipal de Agua de Guatemala -EMPAGUA-, en la 5 avenida y 26 calle interior centro de salud, zona 3; se ubican las instalaciones del pozo Centro de Salud, el cual fue clausurado debido a la alta contaminación de sus aguas debida a nitratos, la que a su vez es provocada por contaminación de lixiviados, provenientes de los residuos y desechos sólidos que se depositan en el vertedero de la zona 3 Ciudad de Guatemala.

La baja producción y el alto costo del tratamiento para la potabilización del agua, provocaron el cierre de actividades en el pozo antes en mención; en su etapa de operación, el pozo producía un caudal de $0.003 \text{ m}^3/\text{s}$, con un bombeo estimado de 8 horas diarias, lo cual equivale a un volumen total anual producido de $31,536 \text{ m}^3$; según el acuerdo COM-036-03 de la Municipalidad de Guatemala, el precio por metro cubico para servicios domiciliarios que consumen de 21 a 40 m^3 mensuales, es de Q. 4.32; con el caudal antes indicado puede proveerse de agua a 1,152 personas, si se considera una dotación diaria de $0.180 \text{ m}^3/\text{habitante}$.

Si consideramos que $31,536 \text{ m}^3$ tienen un costo total de comercialización de Q. 136,235.52, si se considera que esto representa atender a 1,152 personas, se tiene una pérdida de Q. 118.26 por habitante en concepto de contaminación de mantos freáticos debido a lixiviados. Si se considera que la zona 4 Ciudad de Guatemala, cuenta con 2,375 habitantes, se tiene una pérdida anual por contaminación de mantos freáticos debido a lixiviados en la zona 4 Ciudad de Guatemala, por un monto de Q. 280,868.00.

A continuación, se muestran el cálculo económico actual del sistema de gestión y manejo de residuos y desechos sólidos de origen doméstico en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

Tabla XXX. **Cálculo económico actual**

Descripción	Costo anual
Gastos de mantenimiento vertedero zona 3 (Q. 23.60 x 2,375 Hab.)	Q. 56,050.00
Costo de salud por exposición a fuentes contaminantes (Q. 217.00 x 2,375 Hab.)	Q. 515,375.00
Costo ambiental de la disposición de la basura en basureros municipales (Q. 20.11 x 2,375 Hab.)	Q. 47,761.25
Contaminación de mantos freáticos debido a lixiviados (Q. 118.26 x 2,375 Hab.)	Q. 280,868.00
Total	Q. 900,054.25

Fuente: IARNA. (2009). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012 (2012)*.

Tabla XXX: integración del costo económico actual de la forma en la cual se gestionan y manejan los residuos y desechos sólidos de origen doméstico en zona 4 Ciudad de Guatemala.

Derivado de lo anterior, a continuación, se presenta el cálculo económico actual y la relación costo beneficio.

Tabla XXXI. **Cálculo económico actual y relación C/B**

Descripción	Costo anual
Costo de la propuesta	Q. 154,404.00
Costo Total	Q. 154,404.00
Beneficio de ahorro en la gestión y manejo actual.	Q. 900,054.25
Beneficio de los ingresos de comercialización	Q. 156,754.00
Beneficio Total	Q. 1,056,808.25
Relación costo / beneficio	
(Q. 154,404.00 / Q. 1,056,808.25)	0.1461

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI: integración del costo beneficio de la implementación del sistema de clasificación y comercialización de residuos y desechos sólidos de origen doméstico en zona 4 Ciudad de Guatemala.

Bajo las consideraciones del análisis realizado, se puede concluir que, por cada quetzal invertido, la Municipalidad de Guatemala tiene costos operativos de 15 centavos y un beneficio de ochenta y cinco centavos. Con lo cual se mejora la sostenibilidad, además de brindarse una mejor calidad de vida a los habitantes de la zona 4 de la Ciudad de Guatemala.

8.4. Análisis financiero de costo-beneficio

Acorde a los resultados obtenidos, se puede observar que se incrementaría el presupuesto para el rubro salarial de los recursos humanos a implementar en la propuesta; costos que en su mayoría pueden ser sostenibles con la prestación del servicio según costos de recolección investigados en la zona 4 Ciudad de Guatemala.

También se hace necesario implementar recursos físicos, tal es el caso de la adquisición del camión recolector, cuya operatividad deberá contar con presupuesto para la realización de mantenimientos, así como para garantizar los suministros de combustibles y lubricantes.

Con la implementación de la propuesta de clasificación y comercialización de los residuos domésticos generados en la zona 4, se genera rentabilidad económica, adicionalmente se fomenta la sostenibilidad del área en estudio, con lo cual se brinda una mejor calidad de vida a los habitantes del área en mención.

8.5. Propuesta económica de proyecto

- Que sea contratado un administrador para la gestión de las actividades del sistema de clasificación y comercialización para los residuos y desechos sólidos domésticos generados en la zona 4 Ciudad de Guatemala.
- Que sea contratado un auxiliar administrativo para el apoyo en la realización de actividades administrativas relacionadas con la implementación de la propuesta.
- Creación de una plaza de chofer, 2 ayudantes para la recolección y clasificación de residuos y desechos sólidos domésticos, 1 plaza de auxiliar de clasificación, este último para verificar la clasificación y pesaje de los mismos.
- Que pueda adquirirse un camión recolector con capacidad máxima de 22 yardas cubicas, el cual se implementara en la prestación del servicio municipal, se debe contar con recursos económicos para la compra de combustibles, lubricantes y servicios de mantenimiento.

- Que se construya un galpón con un área mínima de 200 m², el cual sería utilizado para la realización de actividades administrativas y de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico.
- Que los ingresos por la prestación de los servicios de recolección y transporte de residuos y desechos sólidos de origen doméstico de la zona 4 Ciudad de Guatemala, sean utilizados para la sostenibilidad del servicio.

9. EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

En este capítulo del trabajo de graduación se muestra se describe el análisis de factibilidad técnica, económica, social y ecológica de la propuesta planteada en cuanto a la clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, Ciudad de Guatemala, según se detalla a continuación:

9.1. Factibilidad técnica de la propuesta

Derivado de la cantidad de residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en la zona 4 Ciudad de Guatemala, se determinó que es factible implementar un plan piloto de clasificación de los mismos, previa recolección y transporte, lo cual puede replicarse a nivel Municipio de Guatemala, e incluso a nivel nacional.

9.2. Factibilidad económica de la propuesta

Al tratarse de una propuesta que fomenta la sostenibilidad de la zona 4 Ciudad de Guatemala, provocará reducción en los costos de la operación y mantenimiento de infraestructuras para el tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados.

Al reducirse la producción de residuos y desechos sólidos domésticos contaminantes, se evita la contaminación del sub suelo; esto a su vez representa

mayor y mejor producción de agua potable de fuentes subterráneas; a su vez representa menores costos de tratamiento en la potabilización de las mismas.

Al implementar la propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, se reduce la contaminación ambiental del aire; con ello se reducen las enfermedades bio respiratorias y por lo tanto los costos de salud derivados de dichas enfermedades.

Al desarrollar e implementar la propuesta se crearán fuentes de empleo directo e indirecto; las cuales pueden brindarse a las personas que actualmente realizan actividades de economía informal en el vertedero de la zona 3 de la Ciudad de Guatemala.

La comercialización de los residuos y desechos sólidos clasificados, no solamente genera ingresos económicos para la Municipalidad de Guatemala; sino también los genera para aquellas personas involucradas en la producción clasificada de los mismos; ya que estarán percibiendo incentivo monetario al reducir el pago por concepto de tasa del IUSI de sus inmuebles.

9.3. Factibilidad social de la propuesta

A través de la implementación de la propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico en la zona 4 Ciudad de Guatemala, se buscará crear conciencia sobre la importancia del manejo y gestión adecuada de los mismos.

Al fomentar y promover incentivo para la clasificación de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en la zona 4 Ciudad de

Guatemala, se brindará beneficio social a los habitantes de la zona, además de crear conciencia en cuanto al proceso de clasificación de los mismos.

9.4. Factibilidad ecológica de la propuesta

A través de la implementación de la propuesta, se promoverá la sostenibilidad de la zona 4 Ciudad de Guatemala, reduciéndose la contaminación ambiental del aire, el suelo y los mantos freáticos subterráneos de la zona.

Debido a que los residuos y desechos sólidos generados en la zona 4 Ciudad de Guatemala, se disponen finalmente en el vertedero municipal de la zona 3 de la Ciudad; con la implementación de la propuesta se reducirá la contaminación en las cuencas y micro cuencas del municipio de Guatemala; lo que a su vez reducirá los impactos negativos en los ecosistemas del municipio y sus componentes bióticos y abióticos.

La mayoría de residuos y desechos sólidos que se disponen en el vertedero municipal de la zona 3 de la Ciudad de Guatemala, son incinerados a través de quemas a cielo abierto, lo cual genera poluciones ambientales, las que a su vez provocan contaminación de la atmosfera y sus componentes; a través de la implementación de la propuesta serán reducidas tales acciones, con lo cual se mitigarán y reducirán los impactos negativos a dicho ecosistema.

Así también todos aquellos desechos que no pueden ser depositados en el vertedero de la zona 3, son arrastrados por escorrentía superficial a los sistemas de alcantarillado de la ciudad, estos a su vez los trasladan a cuencas que sufren contaminación ambiental; situación que se evitaría al implementar la presente propuesta de sostenibilidad en la zona 4.

CONCLUSIONES

1. Realizado el estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala, se determinó mediante encuestas; muestreos, clasificación y pesaje de las mismas que puede incentivarse la clasificación, a través de un descuento anual de Q. 206.00 en la tasa del IUSI, para lo cual se han establecido propuesta de clasificación y comercialización de residuos inorgánicos; además de implementar compostaje para el mantenimiento de parques y áreas verdes de la zona 4 Ciudad de Guatemala.
2. Los volúmenes estimados de residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala son de 436,449 Kg. anuales; de los cuales el 47 % son orgánicos y el 53 % inorgánicos.
3. Los tipos estimados de residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala son de origen orgánico e inorgánico, según porcentajes antes indicados; de estos últimos el 4 % corresponde a plásticos, 2 % a nylon, 19 % a vidrio, 1 % a latas de aluminio, 1 % a otros metales, 7 % a desechos sanitarios, 1 % a papel, 3 % a cartón y 15 % de otros desechos según se detalló en el presente estudio.

4. Se determinó que la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala se limita a la recolección no clasificada de los mismos y su posterior disposición final en el vertedero de la zona 3 Ciudad de Guatemala.
5. Las acciones sugeridas a través del presente estudio, fomentan el desarrollo sostenible de los habitantes de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala, incentivando el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos, a través de la implementación de descuento anual de Q. 206.00 en la tasa del IUSI, el cual es aplicable únicamente para aquellos inmuebles cuyos propietarios clasifiquen sus residuos y desechos sólidos de origen doméstico.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el presente estudio de clasificación y comercialización de residuos y desechos sólidos de origen doméstico en viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala, considerándose la propuesta planteada en el capítulo 6, para fomentar el desarrollo sostenible del área de influencia del estudio.
2. Realizar estudios de clasificación similares al presente, en otras zonas con vocación de uso de suelo residencial de la Ciudad de Guatemala, con el propósito de incentivar la clasificación de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico, de tal manera que su implementación no se limite a la zona 4 Ciudad de Guatemala.
3. Con datos obtenidos del presente estudio de clasificación, pueden estimarse los volúmenes generados por los habitantes de la Ciudad de Guatemala y establecer los ingresos derivados de la generación y comercialización clasificada de los mismos, de tal manera que puede incentivarse y lograrse la sostenibilidad del Municipio de Guatemala.
4. Del compost generado de los residuos inorgánicos que corresponden a un 47 % del total generado, puede brindarse mantenimiento a los diversos parques y áreas verdes de la zona 4 Ciudad de Guatemala, con lo cual se brinda sostenibilidad en la conservación de dichas áreas, adicional a reducir la contaminación derivada de la generación descontrolada e inaprovechable de los mismos; por lo que se

recomienda la realización de un estudio específico para el manejo de los residuos orgánicos.

5. De implementarse el presente estudio para el manejo y gestión sostenible de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en la zona 4 Ciudad de Guatemala, se obtendrían ingresos monetarios por Q. 154,404.00, y un ahorro económico de Q. 900,054.25 por concepto de gastos de mantenimiento en el vertedero de la zona 3, costos de salud por exposición a fuentes contaminantes, costos ambientales derivados de la disposición de la basura en vertederos municipales y contaminación de mantos freáticos debido a lixiviados.
6. Se recomienda implementar incentivo de descuento anual por Q. 206.00 anuales en la tasa del IUSI, para todos aquellos inmuebles cuyos habitantes adopten la presente propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en zona 4 Ciudad de Guatemala.

REFERENCIAS

1. Alvarado, E. (2010). *Evaluación y propuesta de mejora de la situación actual del manejo de los desechos sólidos en el municipio de Palencia, Departamento de Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
2. Arriols, E. (25 de junio, 2019). Contaminación por basura: causas y consecuencias [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-por-basura-causas-y-consecuencias-1777.html>.
3. Barillas, J. (2015). *Auditoria del Relleno Sanitario de la zona 3. Ciudad: Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
4. Barradas, A. (2009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. México: Instituto Tecnológico de Minatlán.
5. BBC News Mundo. (25 de junio, 2018). Los 10 países que más y menos basura generan en América Latina (y cómo se sitúan a nivel mundial) [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45755145>.
6. Escuela de Estudios de Postgrado Facultad de Ingeniería USAC. (2019). *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación de la EEP-FIUSAC*. Guatemala: Autor.

7. Floresk, M. (2012). *Análisis Jurídico de los Acuerdos Municipales que modifican las bases de recaudación de la Ley del Impuesto Único Sobre Inmuebles de conformidad con el artículo 239 de la Constitución Política de la República de Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
8. González, V. (2017). *Modelo de gestión integral del manejo de los desechos y residuos sólidos del casco urbano del municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
9. Hernández, E. (2010). *Revitalización urbana del sector Nor oeste de la zona 4 Ciudad, Antiguo "Cantón Exposición"* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
10. Hernández, R. (2004). *Tratamiento y disposición final de los desechos sólidos para el pueblo de Santiago Sacatepéquez, Municipio de Santiago Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
11. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México, México: McGraw Hill.
12. IARNA. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012 Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. Guatemala: Autor.
13. Instituto de Incidencia Ambiental. (2003). *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

14. Instituto Nacional de Estadística -INE- (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*. Guatemala: Autor.
15. López, E. (2015). *Manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos, como una medida de protección y mejoramiento del medio ambiente* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
16. Mejía, J. (2012). *Propuesta de plan de manejo de residuos sólidos aplicable a pequeñas y medianas empresas productoras de plásticos de la ciudad de Guatemala, fundamentada en el Acuerdo Municipal 028-2002* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
17. Molina, J. (2018). *Manejo de residuos y desechos sólidos generados en la comunidad "La Reina", aldea El Rodeo, Escuintla* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
18. Morales, E. (7 de junio, 2019). Como escribir el título de la investigación. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://youtu.be/XL10ZG1D2-s>.
19. Nájera, R. (2007). *Análisis jurídico de la ley del Impuesto Único sobre Inmuebles y los mecanismos de actualización al valor fiscal de bienes inmuebles a través de la práctica del avalúo que contempla dicho cuerpo normativo* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

20. Nimatuj, E. (2019). *Determinación de la Sostenibilidad Técnico Ambiental del manejo de los residuos sólidos del Municipio de Salcajá, Departamento de Quezaltenango* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
21. Ramírez, J. (7 de junio, 2018). ¿Que son las variables dependiente e independiente? (Ejemplos) [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.lifeder.com/variables-dependiente-independiente/>.
22. Rodríguez, M. y Córdova, A. (2006). *Manual de compostaje municipal*. México: SEMARNAT.
23. Velásquez, L. (2000). *Estrategias de concientización ante el impacto ambiental de los desechos sólidos (basura) en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
24. Zamora, W. (2013). *Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa Chimaltenango* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA	FASE FINAL
Problema principal	Objetivo General	Pregunta principal de investigación	Tipo de Investigación	Conclusiones
La Inexistencia de un estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala	Realizar un estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala.	¿Qué se debe realizar para lograr una clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala?	- Correlacional - Nivel de Investigación - No experimental - Metodología de Investigación - Enfoque cuantitativo. - Diseño de Investigación	Realizado el estudio de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, ciudad de Guatemala, se determinó mediante encuestas; muestreos, clasificación y pesaje de las mismas que puede incentivarse la clasificación, a través de un descuento anual de Q. 206.00 en la tasa del IUSI, para lo cual se han establecido propuesta de clasificación y comercialización de residuos inorgánicos; además de implementar compostaje para el mantenimiento de parques y áreas verdes de la zona 4 Ciudad de Guatemala.
Problemas Secundarios	Objetivos Específicos	Preguntas complementarias de investigación	Población	
- No se conocen los volúmenes y tipos de residuos y desechos sólidos de origen doméstico que se generan actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala. - La no determinación de cuál es la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala.	Estimar los volúmenes y tipos de residuos y desechos sólidos de origen doméstico que se generan actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala.	¿Cuáles son los volúmenes y tipos de residuos y desechos sólidos de origen doméstico que se generan actualmente en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala? ¿Cuál es la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala?	Habitantes de las viviendas unifamiliares de la zona 4 de la Ciudad de Guatemala.	

Continuación apéndice 1.

El desconocimiento de las acciones que pueden realizarse para incentivar el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos de tal manera que se fomente el desarrollo sostenible de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala	- Determinar cuál es la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala. - Sugerir las acciones que pueden realizarse para incentivar el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos de tal manera que se fomente el desarrollo sostenible de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala. Hipótesis Puede incentivarse la clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, estableciéndose como incentivo la reducción del pago del IUSI en viviendas unifamiliares de la zona 4, Ciudad de Guatemala.	¿Qué acciones pueden realizarse para incentivar el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos, de tal manera que se fomente el desarrollo sostenible de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala?	Muestra 70 familias distribuidas en la zona 4 de la Ciudad Guatemala del departamento de Guatemala, con una confiabilidad estadística del 95 % y un error máximo admisible del 9 %; pese a no colaborar todas las personas inicialmente consideradas en el muestreo, finalmente el porcentaje de la muestra que colaboro fue del 100 % y los que no colaboraron en el estudio fueron el 0 % debido a que fue cubierta la cantidad establecida en la muestra. Técnica - Encuestas - Observaciones a través de mediciones. Instrumento - Encuesta o cuestionario	- Los volúmenes estimados de residuos y desechos sólidos de origen doméstico, generados actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala son de 436,449 Kg. anuales; de los cuales el 47 % son orgánicos y el 53 % inorgánicos. - Los tipos estimados de residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados actualmente en las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala son de origen orgánico e inorgánico, según porcentajes antes indicados; de estos últimos el 4 % corresponde a plásticos, 2 % a nylon, 19 % a vidrio, 1 % a latas de aluminio, 1 % a otros metales, 7 % a desechos sanitarios, 1 % a papel, 3 % a cartón y 15 % de otros desechos según se detalló en el presente estudio.
---	--	--	---	--

Continuación apéndice 1.

				• Se determinó que la situación actual de la gestión y manejo de residuos y desechos sólidos generados en viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4, Ciudad de Guatemala se limita a la recolección no clasificada de los mismos y su posterior disposición final en el vertedero de la zona 3 Ciudad de Guatemala. • Las acciones sugeridas que pueden realizarse para incentivar el manejo de residuos y desechos sólidos domésticos de tal manera que se fomente el desarrollo sostenible de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona 4 de la Ciudad de Guatemala, corresponden a un descuento anual de Q. 206.00 en la tasa del IUSI, para aquellos inmuebles cuyos propietarios clasifiquen sus residuos y desechos sólidos de origen doméstico.
--	--	--	--	--

Continuación apéndice 1.

				Recomendaciones • Implementar el presente estudio de clasificación y comercialización de residuos y desechos sólidos de origen doméstico en viviendas unifamiliares de la zona 4 Ciudad de Guatemala, considerándose la propuesta planteada en el capítulo 6, para fomentar el desarrollo sostenible del área de influencia del estudio. • Realizar estudios de clasificación similares al presente, en otras zonas con vocación de uso de suelo residencial de la Ciudad de Guatemala, con el propósito de incentivar la clasificación de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico, de tal manera que su implementación no se limite a la zona 4 Ciudad de Guatemala. • Con datos obtenidos del presente estudio de clasificación, pueden estimarse los volúmenes generados por los habitantes de la Ciudad de Guatemala y establecer los ingresos derivados de la generación y comercialización clasificada de los mismos, de tal manera que puede incentivarse y lograrse la sostenibilidad del Municipio de Guatemala.
--	--	--	--	---

Continuación apéndice 1.

				• Del compost generado de los residuos inorgánicos que corresponden a un 47 % del total generado, puede brindarse mantenimiento a los diversos parques y áreas verdes de la zona 4 Ciudad de Guatemala, con lo cual se brinda sostenibilidad en la conservación de dichas áreas, adicional a reducir la contaminación derivada de la generación descontrolada en inaprovechable de los mismos; por lo que se recomienda la realización de un estudio específico para el manejo de los residuos orgánicos. • De implementarse el presente estudio para el manejo y gestión sostenible de los residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en la zona 4 Ciudad de Guatemala, se obtendrían ingresos monetarios por Q. 154,404.00, y un ahorro económico de Q. 900,054.25 por concepto de gastos de mantenimiento en el vertedero de la zona 3, costos de salud por exposición a fuentes contaminantes, costos ambientales derivados de la disposición de la basura en vertederos municipales y contaminación de mantos freáticos debido a lixiviados.
--	--	--	--	--

Continuación apéndice 1.

				Se recomienda implementar incentivo de descuento anual por Q. 206.00 anuales en la tasa del IUSI, para todos aquellos inmuebles cuyos habitantes adopten la presente propuesta de clasificación de residuos y desechos sólidos de origen doméstico generados en zona 4 Ciudad de Guatemala.
--	--	--	--	---

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 1: se realiza el análisis de la matriz de consistencia, con el propósito de relacionar adecuadamente los componentes de la investigación.

Apéndice 2. **Modelo de encuesta para evaluación de producción de desechos sólidos domésticos**

1. Dirección del inmueble

2. Identificación del bien inmueble

CB		CM		CA	
----	--	----	--	----	--

3. ¿La basura que se recoge cuanto tiempo de almacenamiento tiene?

1 día		2 días		3 días	
4 días		5 días		6 días	
7 días		Mayor a 7 días			

4. Identificación de la de muestra

--

5. Personas que viven en el bien inmueble

Adultos	Niños

6. Forma de disposición de los desechos sólidos

Disposición de los desechos	Disposición de los desechos
Camión recolector	Recipientes públicos
Quemándola	Enterrándola

Continuación apéndice 2.

7. Periodicidad con la que pasa el camión recolector en el sector.

Una vez a la semana		2 veces a la semana	
Mas de dos veces a la semana			

8. Cuanto paga al mes por el servicio de recolección de basura.

Q. 25.00		Q. 30.00	
Q. 35.00		Q. 40.00	
Q. 45.00		Q. 50.00	
Menos de Q. 25.00		Mas de Q. 55.00	
Nada			

9. Estaría dispuesto a clasificar la basura si esto representa un descuento en el pago algún servicio o impuesto.

Si		No	
----	--	----	--

10. Según usted, cuál de estas formas sería la más fácil para clasificar la basura:

Clasificándola en casa en bolsas previa recolección del camión.		Contenedores públicos debidamente identificados para su clasificación.	
Pagar el servicio de clasificación al camión recolector.			

Continuación apéndice 2.

11. Pesaje de los residuos y desechos sólidos

Desecho tipo	Peso (kg)	Desecho tipo	Peso (kg)
Orgánico		Latas	
Plásticos		Otros	
Vidrio		Desechos sanitarios	
Papel y cartón		Otros metales	
		TOTAL	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2: se realiza la encuesta para la evaluación en la producción de residuos y desechos sólidos domésticos en viviendas unifamiliares de la zona 4 ciudad de Guatemala.