

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**LA GESTIÓN INTEGRADA DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS COMO
ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
NEGATIVOS EN EL CASCO URBANO DE CHICACAO, SUCHITEPÉQUEZ**

POR:

MYNOR ESTUARDO GÓMEZ VILLATORO

CARNÉ: 201341411

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2,019.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
LA GESTIÓN INTEGRADA DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS COMO
ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
NEGATIVOS EN EL CASCO URBANO DE CHICACAO, SUCHITEPÉQUEZ**

Trabajo presentado a las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente
-CUNSUROC- de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-

POR:
MYNOR ESTUARDO GÓMEZ VILLATORO
CARNÉ: 201341411

Previo a conferírsele el título que le acredita como:
Ingeniero en Gestión Ambiental Local
en el grado académico de Licenciado

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2,019.

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

AUTORIDADES

M.Sc. Murphy Olimpo Paiz Recinos.	Rector
Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo.	Secretario General

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CUNSUROC

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

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro	Secretaría
Dra. Mirna Nineth Hernández Palma	Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

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

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Dominguez Curiel.	Vocal
PEM y TAE Rony Roderico Alonzo Solís.	Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Edín Aníbal Ortíz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

Dr. René Humberto López Cotí

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

M.Sc. Erick Alexander España Miranda

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

M.Sc. José David Barillas Chang

Coordinador Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinador de Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Carreras Plan Fin de Semana del –CUNSUROC–

Coordinadora de las carreras de Pedagogía

M.Sc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

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

MSc. Paola Marisol Rabanales

Mazatenango Suchitepéquez, 18 de octubre de 2019

Señores

Honorable Consejo Directivo

Centro Universitario de Suroccidente

Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Señores.

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el Trabajo de Graduación titulado: **“La Gestión Integrada de Residuos y Desechos Sólidos (GIRDS) como estrategia para la prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez”**.

Trabajo presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el trabajo de graduación merezca su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente,



Mynor Estuardo Gómez Villatoro

Carné: 201341411

DEDICATORIA

- A DIOS:** Por permitirme estar aquí y cumplir una de las metas personales propuestas en la vida, por brindarme la capacidad de superación y la sabiduría necesaria.
- A MIS PADRES:** María del Rosario Villatoro Arreaga de Gómez y Mynor Autemio Gómez Contreras por creer siempre en mí, por su cariño, confianza y el apoyo durante mi formación académica.
- A MI ABUELA:** Enma Arreaga Mejía por cuidarme, corregirme, aconsejarme, guiarme y el amor que siempre me ha dado.
- A MIS HERMANAS:** Enma Carolina Gómez Villatoro, Claudia Cristina Gómez Villatoro y Elisa María Gómez Villatoro por enseñarme a compartir y vivir muchas experiencias agradables juntos.
- A MIS SOBRINOS:** Edgar Abel de León Gómez y Mauricio Santiago de León Gómez por el cariño y llenarme de alegría

AGRADECIMIENTO

- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala por ser el alma mater que me brindo la educación necesaria para superarme.
- A:** Inga en G.A.L. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñónez Melgar supervisora del Ejercicio Profesional Supervisado por ser una catedrática ejemplar, por la confianza, los conocimientos y la dedicación brindada durante su asesoría.
- A:** MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes por la información impartida durante los cursos de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, por los conocimientos del laboratorio de aguas del CUNSUROC, las gestiones y el tiempo para revisar el documento de graduación.
- A:** Docentes de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, por los conocimientos brindados en los diferentes cursos impartidos durante el tiempo de estudio.
- A:** Mis compañeros y amigos de la Universidad Toño, Ivan, Omar, Jairo, Mirna, Flory y Ruth, con los cuales aprendí, formamos equipos de trabajo y compartimos tantas experiencias agradables en las giras estudiantiles.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN.....	viii
ABSTRAC.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Marco referencial.....	2
2.1.1 Antecedentes históricos de la unidad de práctica	2
2.1.2 Ubicación geográfica	2
2.1.3 Colindancias.....	4
2.1.4 Vías de acceso.....	4
2.1.5 Población	4
2.1.6 Descripción ecológica.....	4
2.1.6.1 Zonas de vida y clima.....	4
2.1.6.2 Serie y taxonomía de suelos	7
2.1.6.3 Capacidad de uso de la tierra.....	7
2.1.6.4 Suelo.....	8
2.1.6.5 Hidrología.....	10
2.1.6.6 Flora y Fauna	11
2.1.6.7 bosques.....	12
2.2 Marco Teórico.....	13
2.2.1 Residuos y desechos	13
2.2.1.1 Definición de residuo.....	13
2.2.1.2 Definición de desecho	13
2.2.1.3 Diferencia entre residuo y desecho	14
2.2.2 Tipos de residuos	14
2.2.2.1 Urbanos.....	14
2.2.2.2 Municipales	14
2.2.2.3 Comercial	15
2.2.2.4 Peligrosos	15

2.2.2.5 Industrial.....	16
2.2.3 Composición de los residuos y desechos urbanos	16
2.2.3.1 Orgánicos.....	16
2.2.3.2 Inorgánicos.....	16
2.2.4 Gestión integrada de residuos y desechos sólidos	17
2.2.4.1 Generación.....	17
2.2.4.2 Recolección y transporte	18
2.2.4.3 Tratamiento	18
2.2.4.4 Disposición final	19
2.2.5 Muestreo y selección de la muestral.....	19
2.2.6 Muestreo sistemático.....	20
2.2.7 Impactos ambientales.....	20
2.2.7.1 Impactos positivos y negativos	21
2.2.8 Identificación de impactos ambientales	21
2.2.9 Métodos de valoración de impactos ambientales	21
2.2.10 Matriz de Leopold.....	22
2.2.10.1 Factores ambientales que se evalúan en la Matriz de Leopold ..	24
2.2.10.1.1 Medio físico	24
2.2.10.1.2 Biológico.....	24
2.2.10.1.3 Social	25
2.2.10.2 Ventajas y desventajas de la Matriz de Leopold.....	25
2.2.11 Indicadores ambientales de desechos sólidos.....	25
2.2.11.1 Producción per cápita.....	26
2.2.11.2 Composición de los desechos sólidos.....	27
2.2.11.3 Cobertura de recolección de desechos sólidos	27
2.2.11.4 Dispersión y/o concentración de la disposición final de los desechos sólidos.....	27
2.2.11.5 Densidad o peso volumétrico	28
III. OBJETIVOS	29
3.1 Objetivo General.....	29
3.2 Objetivos Específicos	29

IV. MATERIALES Y METODOS.....	30
4.1 Materiales.....	30
4.2 Metodología.....	30
4.2.1 Identificación de la población objetivo	30
4.2.2 Caracterización de los residuos y desechos sólidos	31
4.2.3 Cálculo de la muestra.....	32
4.2.4 Selección de la muestra	32
4.2.5 Cálculo de los indicadores municipales de desechos sólidos.	33
4.2.5.1 Composición física	33
4.2.5.2 Producción per cápita.....	33
4.2.5.3 Peso volumétrico.....	34
4.2.5.3.1 Cálculo del área	34
4.2.5.3.2 Cálculo del volumen	34
4.2.5.3.3 Densidad.....	35
4.2.5.4 Cobertura de recolección	35
4.2.5.5 Cobertura de barrido de vía pública.....	35
4.2.5.6 Dispersión y/o concentración.....	35
4.3 Identificación y valoración de los impactos ambientales generados por el manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos en el casco urbano.	36
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
5.1 Manejo actual de los residuos y desechos generados en el casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez.....	38
5.2 Cálculo de la muestra.	39
5.3 Selección de la muestra.	39
5.4 Cantidad de habitantes del casco urbano de Chicacao.	39
5.5 Producción per cápita (PPC) de residuos y desechos sólidos.	40
5.5.1 Primera semana: del 9 al 13 de Julio.....	40
5.5.2 Segunda semana: del 16 al 20 de Julio.....	40
5.5.3 Promedio general de Producción Per Cápita (PPC)	41

5.6	Densidad de los residuos y desechos sólidos generados en el área urbana de Chicacao, Suchitepéquez.	41
5.6.1	Densidad de la segunda semana del 16 al 20 de julio	42
5.7	Promedio de la composición física de los residuos y desechos sólidos generados durante dos semanas en el área urbana de Chicacao.	43
5.7.1	Desechos sólidos domiciliarios	43
5.7.2	Desechos sólidos del mercado municipal	43
5.7.3	Desechos sólidos de las vías públicas	43
5.7.4	Composición general de los desechos sólidos del área urbana.....	44
5.8	Cobertura de recolección del servicio de tren de aseo en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez	45
5.9	Cobertura de barrido de las vías públicas de Chicacao, Suchitepéquez. ...	45
5.10	Dispersión y/o concentración de los botaderos no autorizados en el área urbana de Chicacao, Suchitepéquez.	46
5.11	Matriz de Leopold.	48
5.12	Propuesta de plan para la gestión integrada de residuos y desechos sólidos.	52
VI.	CONCLUSIONES.....	53
VII.	RECOMENDACIONES.....	54
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
IX.	ANEXOS	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para su uso con la Matriz de Leopold.....	24
2. Presupuesto de la investigación.....	30
3. Kilogramos de residuos y desechos pesados en la semana del 09 al 13 de julio.....	40
4. Kilogramos de residuos y desechos pesados en la semana del 16 al 21 de julio.....	40
5. Densidad calculada en la primera semana del 09 al 13 de julio.....	41
6. Densidad calculada en la segunda semana del 16 al 20 de julio.....	42
7. Promedio general de la densidad de los desechos sólidos generados a la semana del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.....	42
8. Evaluación de impactos ambientales negativos por el mal manejo de los residuos y desechos sólidos del municipio de Chicacao, Suchitepéquez	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa Político-Administrativo de Chicacao, Suchitepéquez.....	03
2. Mapa de las zonas de vida de Chicacao, Suchitepéquez.....	05
3. Mapa de precipitación de Chicacao, Suchitepéquez.....	06
4. Mapa de la temperatura de Chicacao, Suchitepéquez.....	06
5. Mapa de la fisiografía de Chicacao, Suchitepéquez.....	07
6. Mapa de la capacidad de Uso del suelo de Chicacao, Suchitepéquez..	08
7. Uso de la tierra de Chicacao, Suchitepéquez.....	09
8. Mapa de la cuenca del río Nahualate de Chicacao, Suchitepéquez.....	10
9. Mapa de los ríos del municipio de /Chicacao, Suchitepéquez.....	11
10. Mapa de ríos del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.....	12
11. Ponderación de magnitud e importancia.....	23
12. Mapa del casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez.....	31
13. Mapa de los botaderos no autorizados del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.....	46
14. Impactos identificados del manejo actual de los residuos y desechos sólidos del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.....	50
15. Intensidad de los impactos negativos del manejo actual de los residuos y desechos sólidos del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.....	51
16. Composición de desechos sólidos domiciliarios.....	61
17. Composición de desechos sólidos del mercado municipal.....	61
18. Composición de desechos sólidos de las vías públicas.....	62
19. Composición general de desechos sólidos.....	62
20. Selección de vivienda.....	63
21. Desechos generados en el mercado municipal.....	63
22. Desechos generados por la vía pública.....	64
23. Recolección de residuos y desechos sólidos.....	64
24. Traslado de residuos y desechos sólidos.....	65

Figura	Página
25. Residuos y desechos sólidos domiciliarios.....	65
26. Pesaje total de los residuos y desechos sólidos.....	66
27. Clasificación de los residuos y desechos sólidos.....	66
28. Peso volumétrico de los residuos y desechos sólidos parte 1.....	67
29. Peso volumétrico de los residuos y desechos sólidos parte 2.....	67
30. Peso volumétrico de los residuos y desechos sólidos parte 3.....	68

RESUMEN

La presente investigación se titula “La gestión integrada de residuos y desechos sólidos como estrategia para la prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez” tiene como objetivos específicos, caracterizar los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliario, mercado y vías públicas; identificar y valorar los impactos ambientales generados por el inadecuado manejo, y diseñar un plan de manejo que contribuya a mejorar la gestión dentro de área de estudio.

La metodología empleada incluyó el pesaje de los residuos generados durante dos semanas consecutivas en la muestra de 246 viviendas, la totalidad de desechos del mercado y vías públicas con el propósito de calcular los indicadores ambientales, tales como producción per cápita, composición física y densidad. También se utilizó la matriz de Leopold como método para la identificación y valoración de los impactos ambientales que genera el actual manejo, para este fin se utilizaron los datos obtenidos de los indicadores ambientales, observaciones y entrevistas. Al final se generó una propuesta de plan que contribuya a mejorar el manejo de los desechos dentro del área de estudio.

Los resultados obtenidos demuestran que cada habitante en el casco urbano del municipio genera diariamente 0.42 kilogramos en promedio, de los cuales el 42% es orgánico, 42% inorgánico no recuperable y 16% recuperable.

La densidad de los desechos orgánicos calculada asciende a 208.67 kg/m³/semana, el material recuperable 73.09 kg/m³/semana, y el no recuperable 112.98 kg/m³/semana.

Además, se determinó que la cobertura del servicio de tren de aseo es del 19.09%, lo que significa que la mayor parte de la población no le da el manejo adecuado a

los desechos generados dentro del hogar, lo cual se ve reflejado en los 7 botaderos no autorizados encontrados en el territorio.

La aplicación de la matriz de Leopold, demostró que, con el manejo actual, se generan mayormente impactos negativos a los factores físicos (aire, suelo, agua) y biológicos (flora y fauna), especialmente en la etapa de generación, debido al manejo inadecuado dentro de los hogares; en total se identificaron 29 impactos negativos y 19 impactos positivos.

La intensidad de los impactos negativos en su mayoría es baja (49%), mientras que para los impactos negativos de intensidad media (29%) y los altos (22%).

La propuesta realizada incluye la identificación de estrategias en todas las etapas de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos con el propósito de que las autoridades municipales la tomen en cuenta para mejorar el manejo actual.

ABSTRACT

This research is titled “Integrated management of solid waste and residues as a strategy to prevent negative environmental impacts for the urban area of Chicacao, Suchitepéquez” its specific objectives are, to characterize solid waste and residues from households, market and public roads; Identify and estimate the environmental impacts originated by inadequate management, and design a management plan that will contribute to improve waste management of the study area.

The methodology used included sample weighing of the waste generated over two consecutive weeks in the 246 homes, the waste from the market and public roads with the purpose of calculate environmental indicators, such as per capita production, physical composition and density. The Leopold matrix method was also used for the identification and estimation of environmental impacts generated by the current management, for this purpose data obtained from the environmental indicators, observations and interviews were used. Finally, a plan was proposed to contribute improving waste management within the study area.

The obtained results show that each inhabitant in the urban area of Chicacao generates 0.42 kilograms on daily average, of which 42% is organic, 42% non-recoverable inorganic and 16% recoverable. The estimated organic waste density is to 208.67 kg / cubic meters / week, the recoverable material 73.09 kg / cubic meters / week, and the non-recoverable 112.98 kg / cubic meters / week. In addition, it was determined that the coverage of the waste collection service is 19.09%, which means that most of the population does not give adequate management to the residential waste, this is reflected in the seven unauthorized dumps found in the territory.

The application of the Leopold matrix, showed that, with current management, negative impacts are mostly generated on physical (air, soil, water) and biological (flora and fauna) factors, especially at the generation stage, due to inadequate

management within homes; In total, 29 negative impacts and 19 positive impacts were identified. The level of negative impacts is mostly low (49%).

The proposal made includes strategies identification of all stages in the integrated waste and solid waste management so that municipal authorities can consider to improve the current management.

I. INTRODUCCIÓN

El inadecuado manejo de los residuos y desechos sólidos municipales genera impactos negativos al medio ambiente, especialmente a los factores suelo, aire y agua. En la actualidad, a nivel departamental, la gestión es deficiente, ningún municipio cuenta con una planta de tratamiento, provocando impactos negativos a los recursos; el municipio de Chicacao, no es la excepción en este tema, en donde solamente el 19% de la población utiliza el tren de aseo municipal, además no se les da tratamiento a los desechos recolectados, ya que únicamente son llevados a un botadero privado en donde no reciben ningún tratamiento.

La presente investigación tiene como objetivo, proponer la implementación de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos como estrategia para la prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano, para este fin se realizó la caracterización de los desechos a nivel domiciliar, mercado y vías públicas, además se utilizó la matriz de Leopold para la identificación y valoración de los impactos negativos generados por el actual manejo; como producto final se generó una propuesta de plan para mejorar la gestión dentro del municipio.

Los resultados obtenidos determinaron que la producción per cápita de residuos y desechos sólidos en el área de estudio es de 0.42 kg/hab/día, la composición física demostró que el 42% de los residuos generados son orgánicos, 42% inorgánicos no recuperables y 16% recuperables. El uso de la matriz de Leopold, dio a conocer que el manejo actual genera mayormente impactos negativos al medio ambiente y por lo tanto se deben generar estrategias que ayuden a mitigar y a prevenir dichos impactos.

La propuesta planteada contiene un plan con tres programas principales, los cuales incluyen la implementación de la gestión integrada, la aprobación del marco legal municipal que prohíba el uso de artículos de un solo uso, y por último un programa de educación ambiental para cambiar la cultura de la población.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco referencial

2.1.1 Antecedentes históricos de la unidad de práctica

Chicacao se constituyó legalmente a través del Acuerdo Gubernativo del 5 de marzo de 1889, el cual lo elevó de aldea a municipio. Más tarde, por problemas limítrofes con Santiago Atitlán, se suprimió como municipio, mediante el Acuerdo Gubernativo del 25 de octubre de 1889, devolviéndole su categoría de aldea del municipio de Santiago Atitlán. Después de negociar por más de dos años, se emitió un nuevo Acuerdo Gubernativo fechado el 11 de diciembre de 1891, donde se le restableció la categoría de municipio, aunque perteneciente a la gubernatura de Sololá, ratificándose ese acuerdo después de haber observado las características demográficas y económicas del lugar. (SEGEPLAN, 2016)

Después el Acuerdo Gubernativo del 14 de mayo de 1934 anexó Chicacao a Suchitepéquez (antigua provincia de Zapotitlán), junto a las antiguas tierras conocidas como “Los Cacaotales de los Tz’utujiles” (Santa Bárbara, San Juan Bautista y Patulul). Bajo este nuevo ordenamiento, la nueva capital de provincia pasó a ser Mazatenango. (SEGEPLAN, 2016)

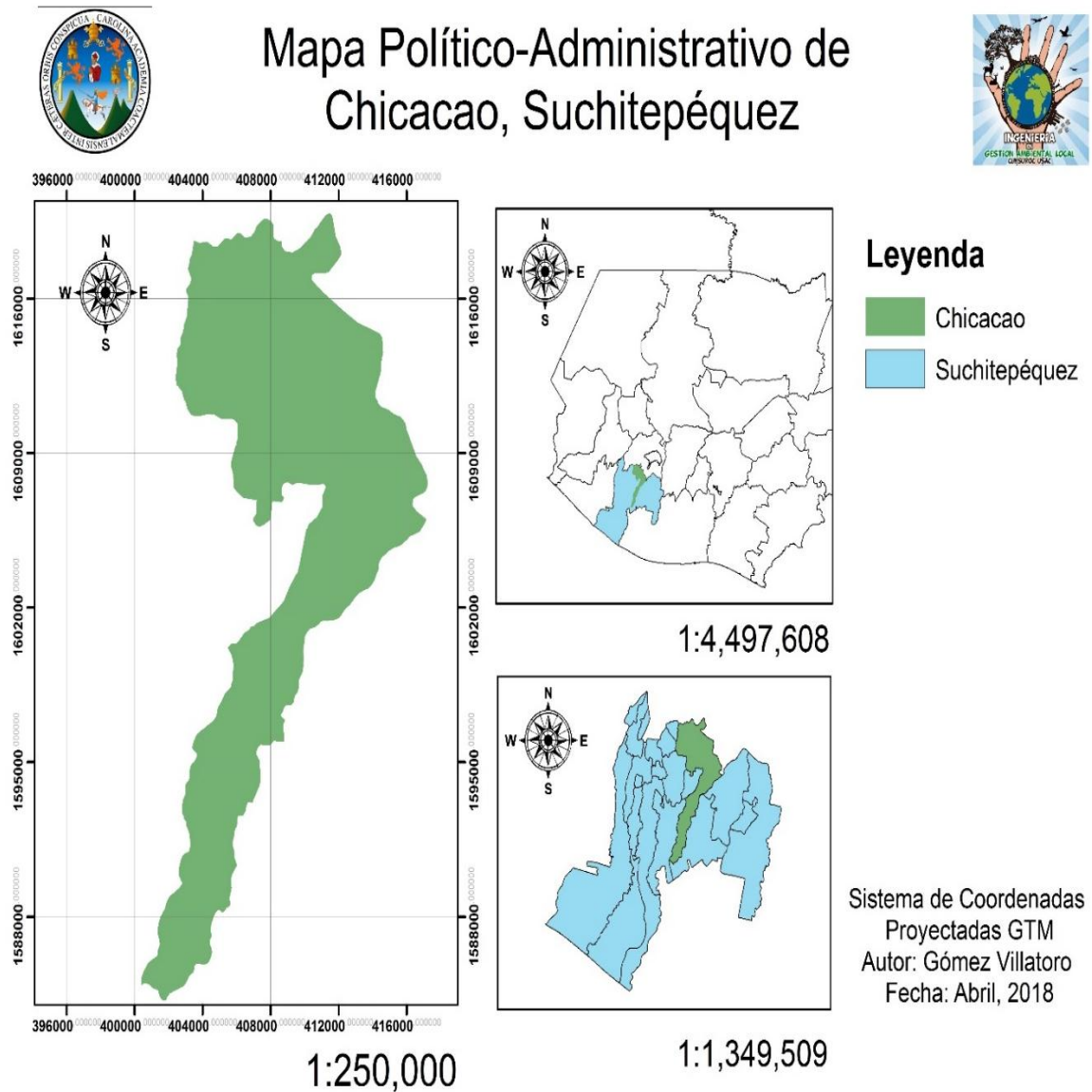
Existen dos versiones sobre la procedencia del nombre del municipio, una refiere que puede provenir el nombre del apellido Chicajau, y la otra, que constituye un híbrido quiché, porque “Chi” significa “entre, lugar entre los cacaotales, suponiendo esta traducción la más acertada. (SEGEPLAN, 2016)

2.1.2 Ubicación geográfica

El municipio de Chicacao se encuentra situado en la parte este del departamento de Suchitepéquez en la Región VI o Región Sur-occidental. Se localiza en la latitud 14° 32' 31" y en la longitud 91° 19' 36". Cuenta con una extensión territorial de 211 km², presenta alturas variables que van desde los 165 hasta los 1,300 metros sobre

el nivel del mar. La distancia de la cabecera municipal a la departamental, Mazatenango, es de 38 km por la ruta nacional 14 y 30 kilómetros por la ruta departamental, el trayecto a la ciudad capital por la ruta nacional 14 es de 150 km. (SEGEPLAN, 2016)

Figura 1. Mapa Político-Administrativo de Chicacao, Suchitepéquez.



NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

La Figura 1 muestra la ubicación del municipio de Chicacao, Suchitepéquez, su ubicación a nivel departamental y nacional.

2.1.3 Colindancias

Limita al Norte con los municipios de Santiago Atitlán, San Juan La Laguna y San Pedro La Laguna (todos del municipio de Sololá); al Sur con los municipios de Río Bravo (Suchitepéquez); y al oeste con los San Miguel Panán y Santo Tomás La Unión (departamento de Suchitepéquez). (SEGEPLAN, 2016)

2.1.4 Vías de acceso

Ruta Nacional 14 con dirección sur, pasa por la aldea San Pedro Cutzán, y Montellano (San Miguel Panán), con la Carretera CA-2 a la altura de la aldea Nahualate. Otra ruta, es la vía hacia San Miguel Panán, se dirige al kilómetro 150 de la ruta CA-2 dirección a occidente que conduce a los municipios de San José El Ídolo, San Antonio Suchitepéquez y San Bernardino. (INE, 2015).

2.1.5 Población

Según proyecciones del INE, con base al Censo de población del año 2002, la población total del municipio para el presente año (2018) es de 56,888. De este total, 28,132 (49.45%) son hombres, y 28,756 (50.55%) mujeres. El 63.36% de la población es indígena, de la etnia Tz'utujil. (INE, 2002)

2.1.6 Descripción ecológica

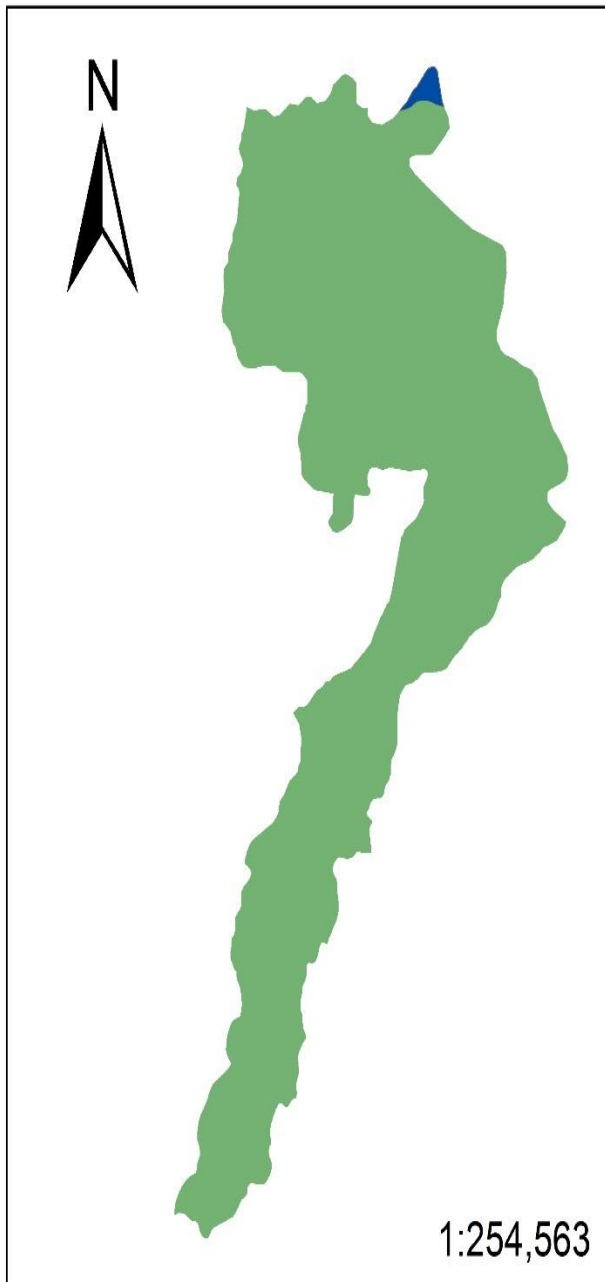
2.1.6.1 Zonas de vida y clima

Chicacao se encuentra casi en su totalidad en la zona de vida Bosque muy húmedo sub tropical cálido, cuyo indicador de vegetación son los árboles de corozo, volador y conacaste. La precipitación pluvial media es de 3,284 mm/año, registrando una temperatura promedio anual de 25°C, el clima se cataloga templado como se puede observar en la Figura 2, 3 y 4. (SEGEPLAN, MARN, 2018)


Figura 2. Mapa de las Zonas de vida de Chicacao, Suchitepéquez.





Zonas de vida del Municipio de Chicacao, Suchitepéquez

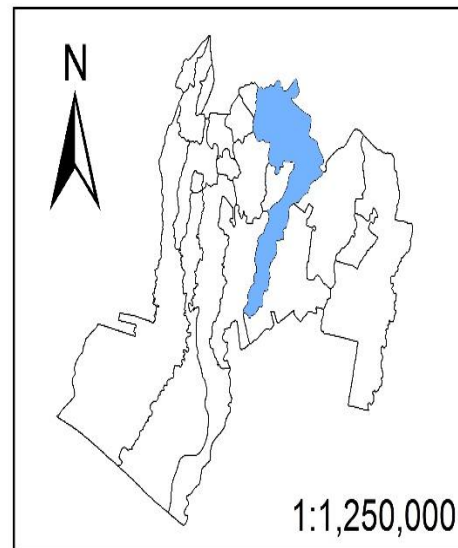


Leyenda

-  Chicacao
-  Suchitepéquez

Zonas de vida

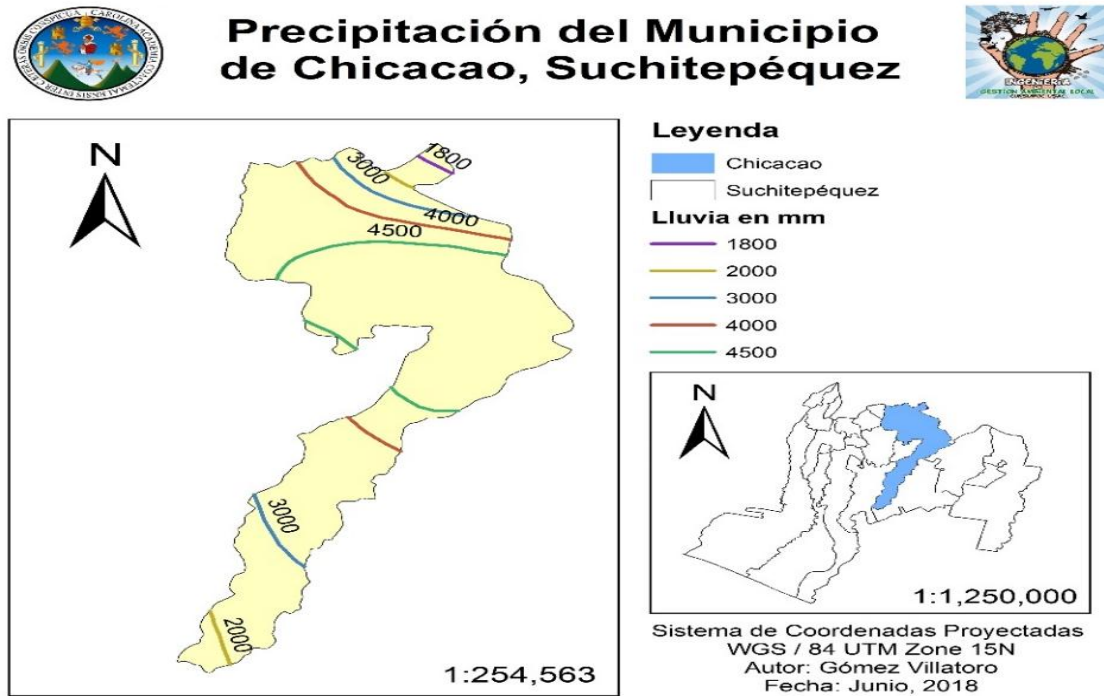
-  Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical
-  Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)



Sistema de Coordenadas Proyectadas
WGS / 84 UTM Zone 15N
Autor: Gómez Villatoro
Fecha: Junio, 2018

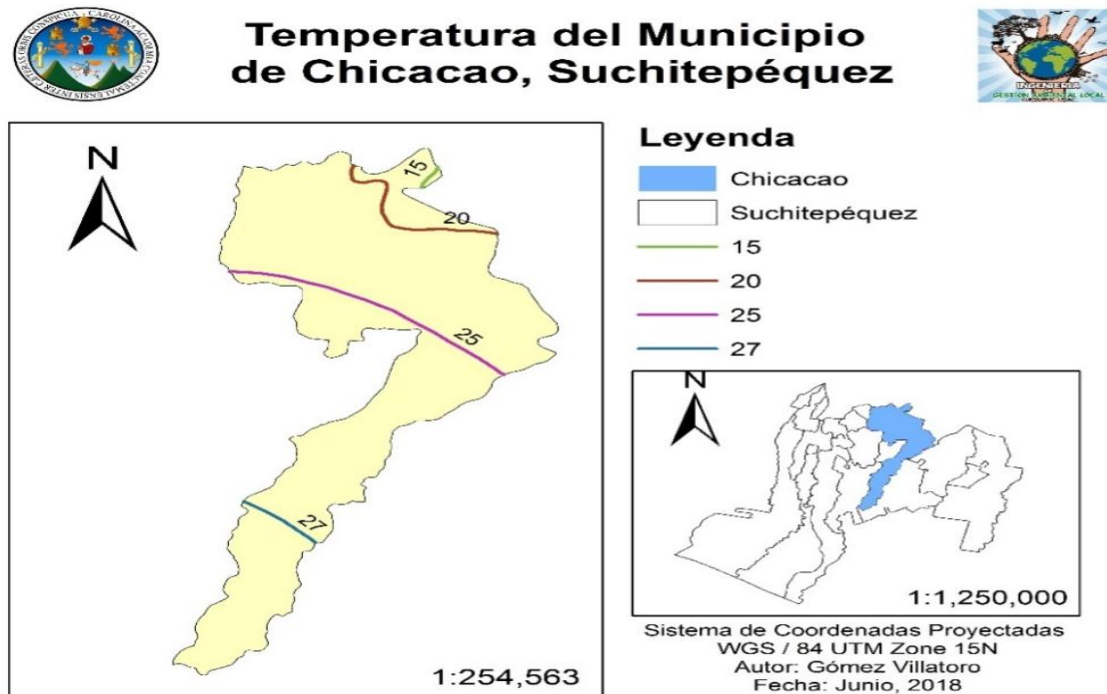
NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

Figura 3. Mapa de precipitación de Chicacao, Suchitepéquez.



NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

Figura 4. Mapa de la temperatura de Chicacao, Suchitepéquez.

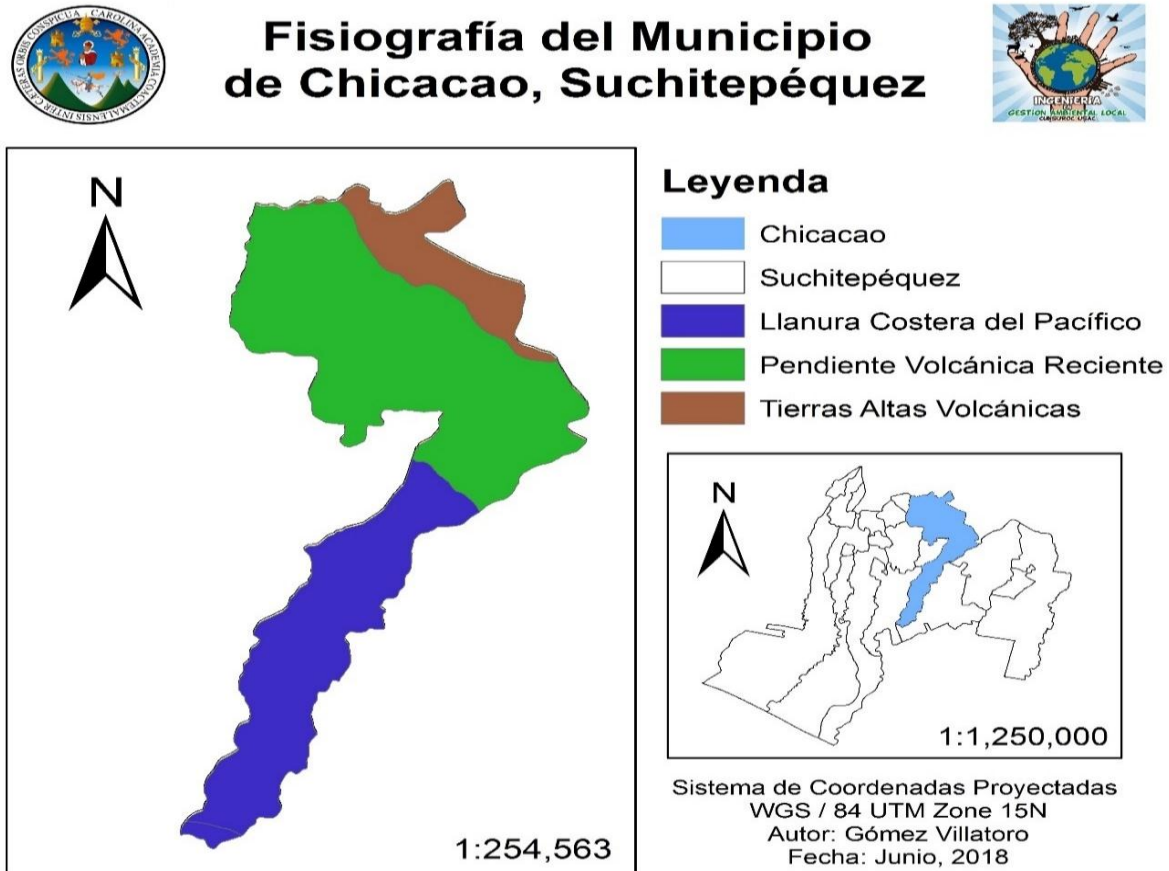


NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

2.1.6.2 Serie y taxonomía de suelos

Los suelos del municipio de Chicacao pertenecen a la serie Suchitepéquez, Cutzán y Tiquisate franco-arenosa en su mayoría, ver Figura 5. (SEGEPLAN, 2016)

Figura 5. Mapa de la fisiografía de Chicacao, Suchitepéquez.



NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

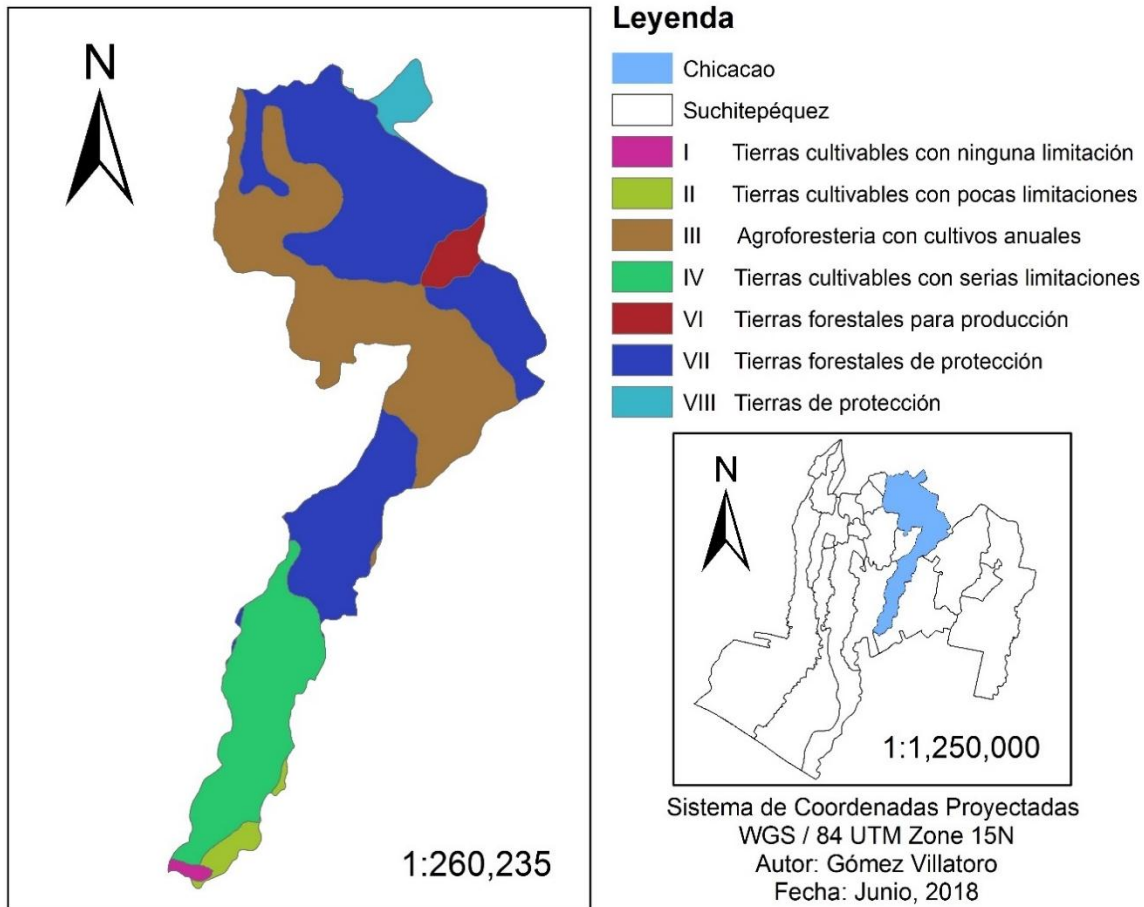
2.1.6.3 Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de la tierra de acuerdo al sistema INAB, la mayor parte del área del municipio la ocupan zonas para agroforestería y agricultura sin limitaciones, aunque también sistemas silvopastoriles que tienen importantes limitaciones y tierras forestales para producción que en conjunto con las tierras forestales de protección ocupan aproximadamente el 12% del área de Chicacao, ver la Figura 6. (SEGEPLAN, 2016)

Figura 6. Mapa de la capacidad de uso del suelo de Chicacao, Suchitepéquez.



Capacidad Uso del Suelo del Municipio de Chicacao, Suchitepéquez



NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

2.1.6.4 Suelo

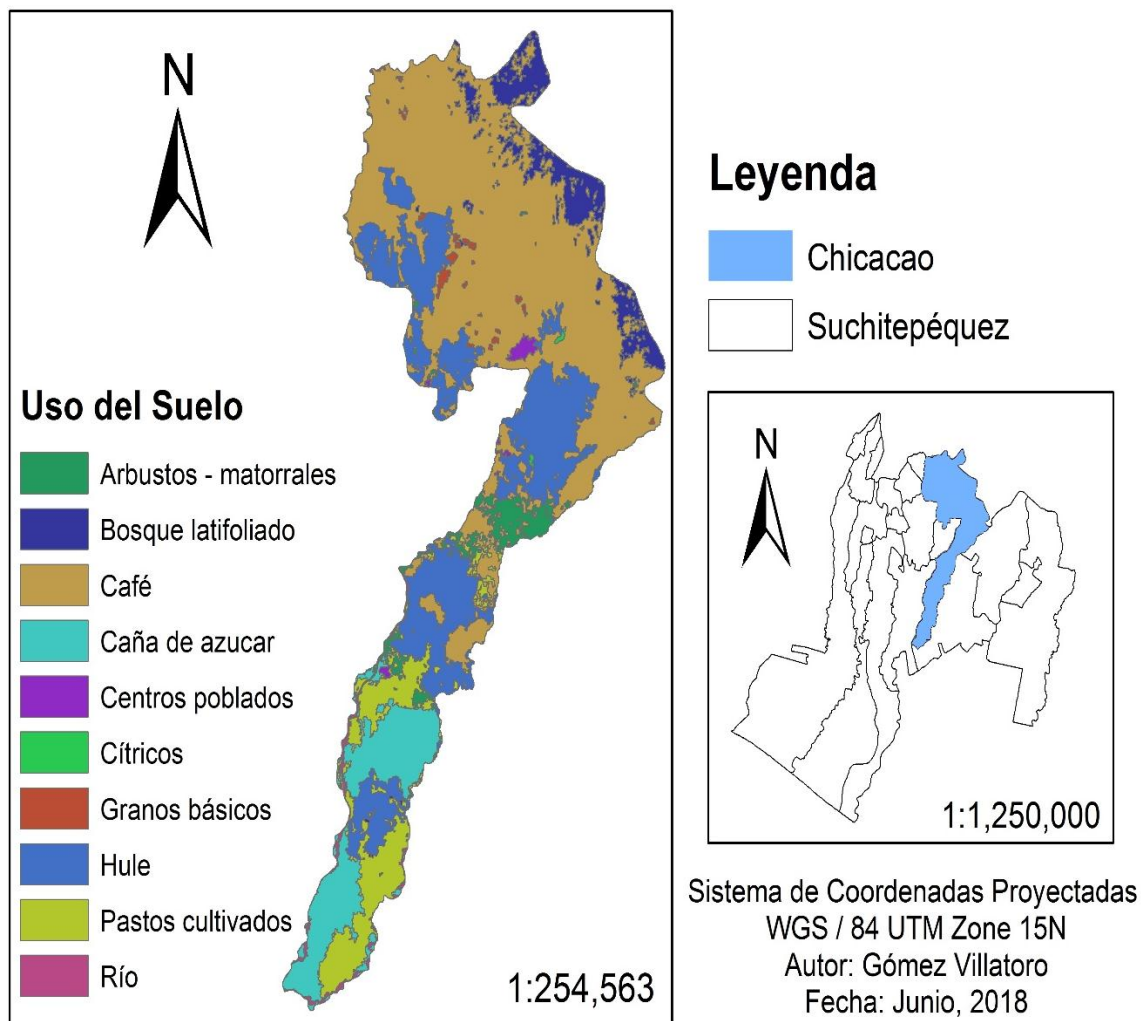
El municipio cuenta con 1,430.75 Has., en la clase I, 358.91 Has en la clase II y 6,821.37 Has en la clase III, tierras aptas para la producción agrícola; 3,676.14 Has en la clase IV, tierra apta para el cultivo de pastos o bosques; 475.28 Has en la clase VI y 7,217.39 Has en la clase VII, tierras aptas para la producción forestal; y 483.05 Has en la clase VIII, apta para la protección forestal y de vida silvestre. Ver Figura 6. (SEGEPLAN, 2010)

La mayoría de tierras presentan condiciones para el uso forestal y agrícola, principalmente cultivos perennes. Como ya se mencionó, una buena parte se destina para cultivos como caña de azúcar, la cual está teniendo un auge productivo en el municipio, principalmente por su demanda para la elaboración de agrocombustibles, como se observa en la Figura 7. (SEGEPLAN, 2010)

Figura 7. Uso de la tierra de Chicacao, Suchitepéquez.



Uso del Suelo del Municipio de Chicacao, Suchitepéquez



NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

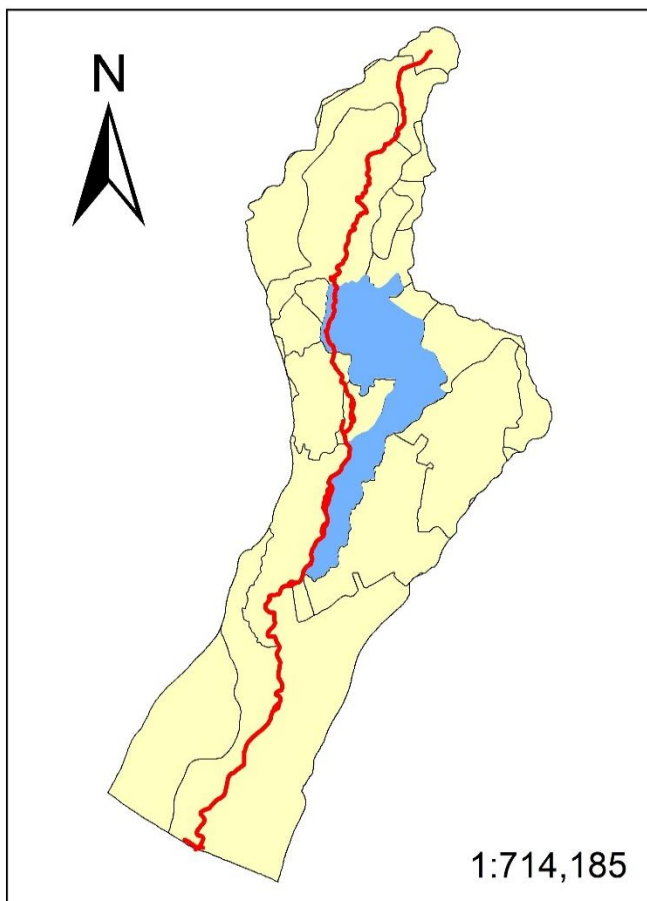
2.1.6.5 Hidrología

En el municipio se identificaron 17 ríos, 19 riachuelos, 1 quebrada y 5 zanjones, además existen varios nacimientos en la región montañosa del Chicacao. Los principales ríos que cruzan el municipio son: Boujiyá, Santa Inés, Santo Fuerte, Río Bravo, Singo, Tarro, Turbio, Cimborrio, Nica, Panan, Coche, Nahualate, Cutzán, Curixiyá, Mixpillá y Mocá. Chicacao se encuentra en la cuenca Nahualate, ver la Figura 8, 9 y 10. (SEGEPLAN, 2016)

Figura 8. Mapa de la cuenca del río Nahualate de Chicacao, Suchitepéquez.

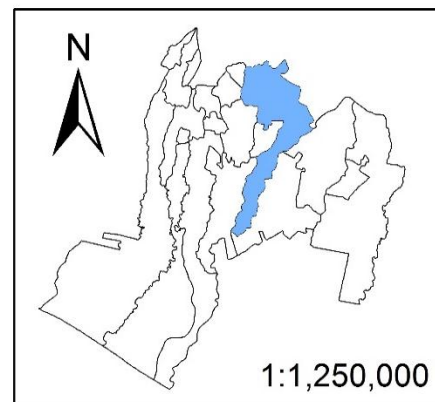


Cuenca del Río Nahualate Chicacao, Suchitepéquez



Leyenda

- Chicacao
- Suchitepéquez
- Río Nahualate
- Cuenca del río Nahualate



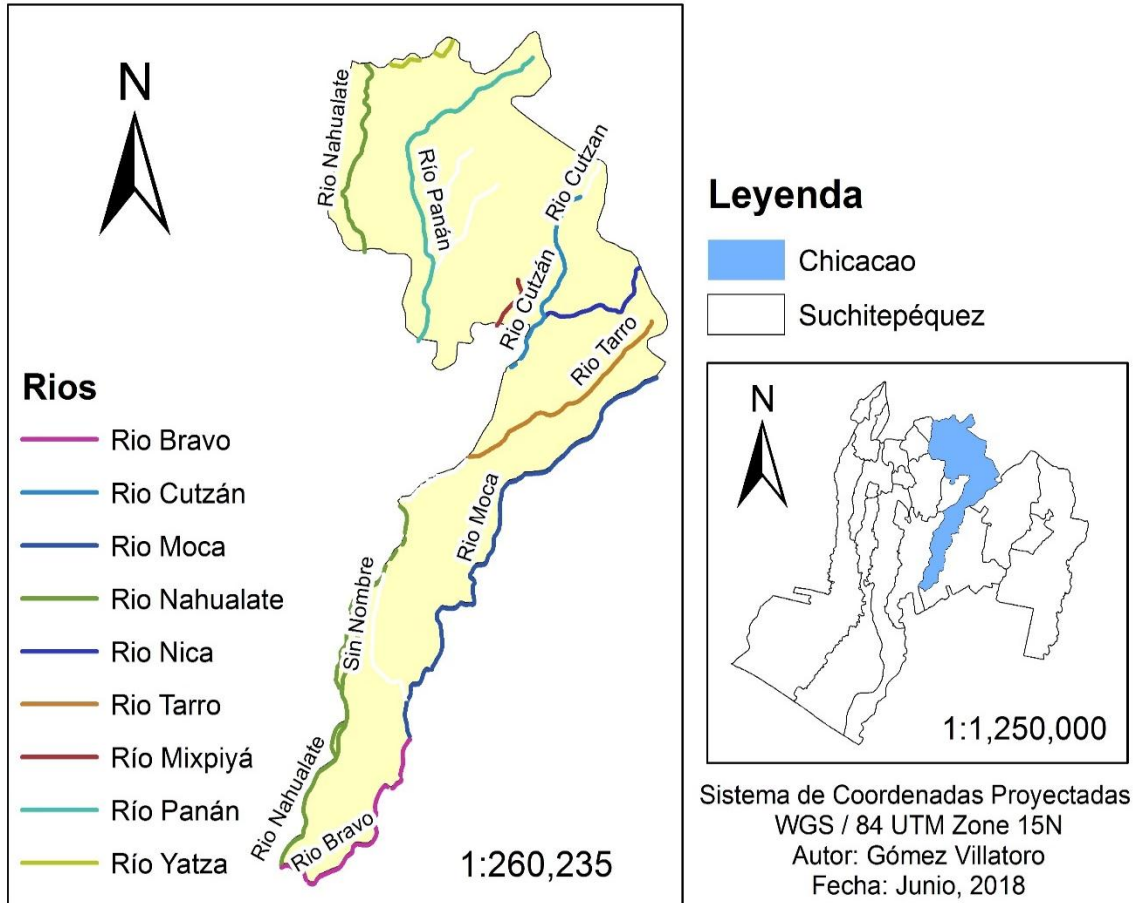
Sistema de Coordenadas Proyectadas
WGS / 84 UTM Zone 15N
Autor: Gómez Villatoro
Fecha: Junio, 2018

NOTA: Con base a shapes proporcionados por el MAGA, 2006.

Figura 9. Mapa de los Ríos del Municipio de Chicacao, Suchitepéquez.



Ríos del Municipio de Chicacao, Suchitepéquez



NOTA: Con base a shaples proporcionados por el MAGA, 2006.

2.1.6.6 Flora y Fauna

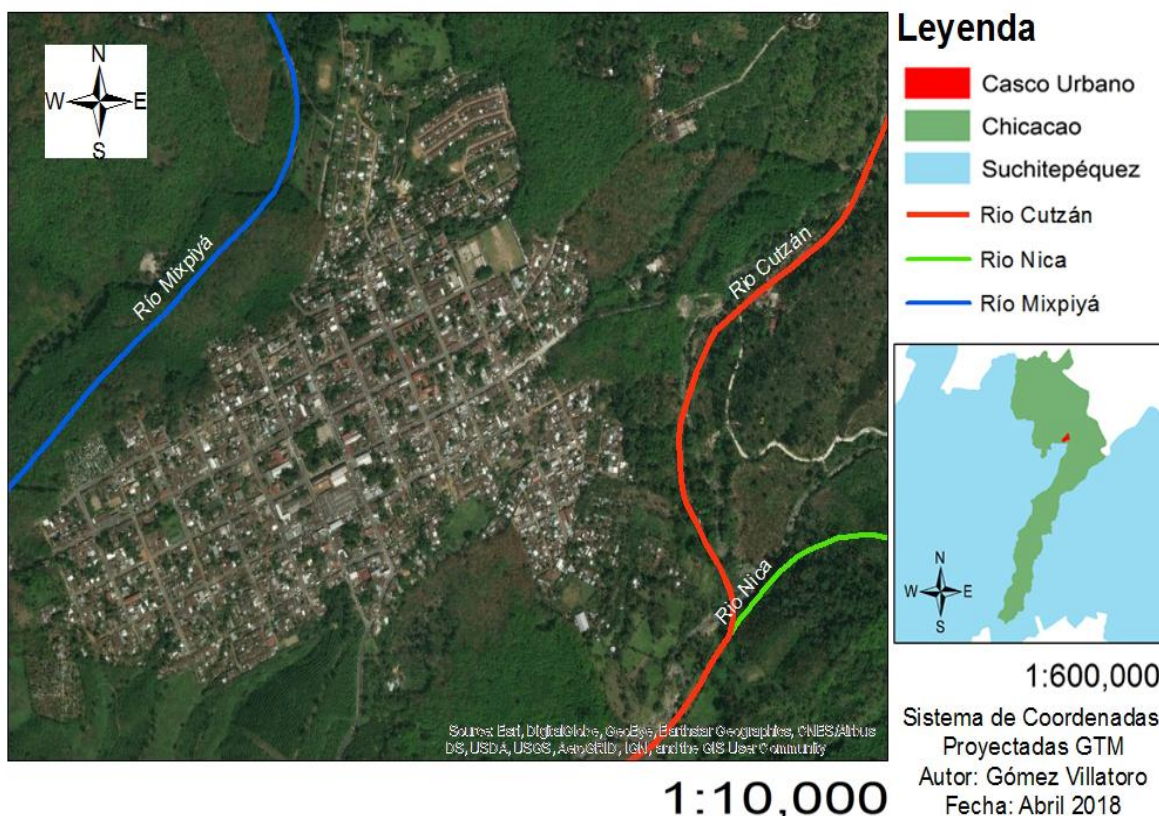
En Chicacao, el detrimento de la fauna está asociado a los cultivos extensivos de exportación. Aparentemente el hule, por ejemplo, pudiera abrigar ciertos animales, pero es inhóspita por su naturaleza, mucho menos la caña, que es un cultivo que al final arrasa con toda la biótica por el estilo circular de quema en tiempo de zafra. Las áreas de bosques y especies representativas son los bosques latifoliados, con una dimensión de 1,325.69 Has. El área sin cobertura boscosa es de 19,137.20

Has. Actualmente el programa de incentivos forestales están en las fincas San Rafael Pamaxán (7 hectáreas). Finca La Corona (7 hectáreas), y Santa Rita (25.61 hectáreas). (SEGEPLAN, 2010)

Figura 10. Mapa de Ríos del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.



Mapa de los ríos del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez



NOTA: Con base a imagen satelital de plataforma ArcGIS, 2018 y shapes del MAGA (2006).

2.1.6.7 bosques

En Chicacao el hule se encuentra en un porcentaje significativo del territorio (17.65%). El personal de la municipalidad de Chicacao indicó que existe un área protegida en el centro y norte del municipio en la cual se realizan actividades para la conservación del bosque. (SEGEPLAN, 2016)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Residuos y desechos

2.2.1.1 Definición de residuo

Es aquella sustancia u objeto generado por una actividad productiva o de consumo, de la que hay que desprenderse por no ser objeto de interés directo de la activada principal. (Castells, 2000)

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transporte, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó. (Jiménez, 2001)

Un residuo es todo aquel material que luego de haber cumplido su función o de haber servido para una actividad o tarea determinada, es descartado. Este término es generalmente empleado como sinónimo de la palabra basura, que es la palabra más extendida en nuestro idioma para designar todos los desechos que producimos los seres humanos en nuestras actividades cotidianas, y por su lado, la palabra sólido es un término que se usa para dar cuenta de aquella cosa, objeto, que se presenta firme y sólido y en lo que se conoce como el estado sólido de la materia que se caracteriza por el gran estado de cohesión que muestran las moléculas que la componen. Entonces, los residuos sólidos implican la basura que se halla en estado sólido. Cabe destacar, que este tipo de residuo se produce mayormente en las zonas urbanas y suburbanas, siendo los individuos que viven en casas, departamentos y trabajan en locales, oficinas, entre otros, los que producen este tipo de residuo. (Heredia, 2012)

2.2.1.2 Definición de desecho

Palabra que se aplica a todo tipo de desecho que genera el ser humano a partir de su vida diaria y que tienen forma o estado sólido a diferencia de los desechos líquidos o gaseosos. Los desechos sólidos son los que ocupan un mayor porcentaje en el total de desechos o residuos que el ser humano genera debido a que gran

parte de lo que se consume o se utiliza en la vida cotidiana deja desechos de este tipo. Además, los desechos sólidos son también los que ocupan mayor espacio al no asimilarse al resto de la naturaleza y al permanecer muchos de ellos por años e incluso siglos en el terreno. (Bembibre, 2011)

2.2.1.3 Diferencia entre residuo y desecho

Desecho es comúnmente utilizado como sinónimo de la palabra residuo, estos no poseen el mismo significado. Los residuos por su parte, son aquellos restos que no poseen ningún valor económico para su dueño, pero si tienen un valor comercial, ya se les puede otorgar un nuevo ciclo de vida, mediante la recuperación o reciclaje. (Venemedia, 2016)

2.2.2 Tipos de residuos

2.2.2.1 Urbanos

Se entiende por residuo urbano cualquier sustancia u objeto generado en los hogares, colegios, comercios, zonas residenciales, etc., que deja de tener utilidad y del cual su poseedor desea desprenderse. Es importante conocer la naturaleza de cada residuo urbano y llevar a cabo una escrupulosa separación en origen para poder realizar una correcta gestión de los mismos. (Euformación, 2017)

2.2.2.2 Municipales

El residuo es municipal si se genera en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. (Ayala, 2007)

Son los domésticos, comercios, de oficina, servicios y otros residuos que, por su naturaleza o composición, pueden asimilarse a los domésticos (asimilables a urbanos). (Peñalver, 2000)

Hace referencia a todos aquellos cuya recolección y gestión la lleva a cabo la municipalidad, de ahí que en diferentes países pueda diferir la denominación y la composición de estos. (Castells, 2012)

2.2.2.3 Comercial

Generados por la actividad de los diferentes circuitos de distribución de bienes de consumo. (Castells, 2000)

Se considera residuos comerciales a los generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios. (Ferrer, 2014)

2.2.2.4 Peligrosos

Los desechos peligrosos constituyen una subcategoría de residuos, normalmente procedentes de la industria, cuyas características físicas, químicas u orgánicas suponen una grave amenaza para el ambiente y la vida que en él se desarrolla. (Sánchez, 2001)

Los residuos peligrosos son aquellos que podrían ser dañinos para la salud de los humanos o de otros organismos, o para el ambiente. Son desechos que requieren precauciones especiales para su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento o eliminación para evitar daños a personas o propiedades, e incluye residuos explosivos, inflamables, volátiles, radiactivos, tóxicos y patológicos. (J. Glynn & W. Heinke, 1999)

Son aquellos que producen daño, ya sea inmediatamente o en un periodo, a los seres humanos, animales o plantas. Los residuos se clasifican como peligrosos, si presentan alguna de las siguientes propiedades: son corrosivos, reactivos, tóxicos o incandescentes. (Gómez, 2000)

2.2.2.5 Industrial

Cualquier sustancia u objeto resultante de un proceso de producción, de transformación, de utilización, de consumo o de limpieza, del cual el productor o poseedor se desprenda o tenga la intención de desprenderse. Son aquellos que se generan en las actividades industriales e incluyen, normalmente, desperdicios, cenizas, residuos de construcción y demoliciones, residuos especiales y residuos peligrosos. (Peñalver, 2000)

2.2.3 Composición de los residuos y desechos urbanos

Los residuos y desechos urbanos se dividen en orgánicos e inorgánicos.

2.2.3.1 Orgánicos

Es de origen biológico, es decir, alguna vez dispuso de vida o formó parte de un ser vivo, tal es el caso de las ramas de los árboles, las hojas y plantas, las cáscaras de las diferentes frutas y todo residuo que resulte de la elaboración de los alimentos en la casa, en un restaurante, entre otros. (Gardey & Pérez, 2012)

Proviene de la materia viva o sea de organismos y se descompone rápidamente con la ayuda de hongos y bacterias, por lo que recibe el nombre de biodegradable. La materia orgánica está formada por todos los desperdicios de comida, cáscaras, hojas, tallos de verduras, huesos de carne y pescado, pedazos de madera, paja, aserrín, servilletas de papel usadas, estropajos, pedazos de lápices, polvo de aspiradora y pasto. (Tamez, 2003)

2.2.3.2 Inorgánicos

Son aquellos residuos que fabrica el hombre, como, por ejemplo: neumáticos, botellas de vidrio, detergente, etc., es decir, productos industriales. Dentro de la basura inorgánica podemos distinguir la basura sanitaria, que proviene del material usado para tratamientos médicos como por ejemplo vendas, algodón, gasas, que deben ser depositadas en bolsas cerrada y aparte, idealmente con una leyenda que especifique el tipo de basura. (Sanchez, 2013)

Proviene de cosas que fabricamos; el proceso para su descomposición es muy largo, en ocasiones pasan cientos de años para que se lleve a cabo este proceso, por tal razón, se les conoce como no biodegradables. El plástico, el metal, el papel y el vidrio son los desechos inorgánicos y pueden ser reutilizados. (Tamez, 2003)

2.2.4 Gestión integrada de residuos y desechos sólidos

La GIRS va dirigida a responder a la problemática de los residuos mediante soluciones viables y sostenibles, también por medio de la adopción de tecnologías apropiadas, la participación de toda la población en todos los aspectos del manejo de los residuos y en el cuidado responsable del ambiente. Todo ello va encaminado a incidir positivamente en la situación de la salud pública en la comunidad, en el municipio y en el país y a que se tome en cuenta ésta estrategia como un factor importante del desarrollo local. (Internacional-Avina, 2012)

La Gestión Integral comprende todas las etapas de la cadena de manejo:

- A. Generación
- B. Recolección y transporte
- C. Tratamiento
- D. Disposición final

Las etapas enumeradas corresponden a las diferentes instancias del “ciclo de los residuos” y forman parte de lo que comúnmente se denomina “componentes técnico operativos” de la gestión. En este sentido, el enfoque de la Gestión Integral obliga a encarar las soluciones a partir de una lógica transversal, esto es, considerando que cada etapa es consecuencia de las anteriores y constituye, a la vez, un condicionante para las siguientes. (Scioli, 2012)

2.2.4.1 Generación

Dentro de los elementos funcionales del manejo de los desechos y residuos sólidos se encuentra la generación. Aquí es importante evaluar las fuentes de generación de basura, cuantificar y clasificar los residuos. Existen factores que afectan la

generación de residuos y desechos sólidos municipales, a saber: la localización geográfica, la época del año, la frecuencia de recolección, la utilización de trituradores de comida en las residencias, características socioeconómicas de la población, políticas de reciclaje o reutilización de residuos, y legislación de cada país o zona. (Gómez, 2000)

2.2.4.2 Recolección y transporte

La recolección de los residuos sólidos implica su transporte al lugar donde deberán ser descargados. Este puede ser una instalación de procesamiento, tratamiento o transferencia de materiales o bien un relleno sanitario. La recolección y transporte es la actividad más costosa del servicio de aseo urbano; en la mayoría de los casos representa entre 80 y 90% del costo total. (Duarte, 2008)

Los vehículos destinados al transporte de residuos y desechos sólidos, deben reunir las condiciones propias para esta actividad. Pueden ser compactadores tradicionales, que se utilizan en las ciudades o también equipos no convencionales para las pequeñas poblaciones y áreas marginales, tales como el tractor agrícola conectado con un remolque, carretas de tracción animal, triciclos, etc. (Duarte, 2008)

2.2.4.3 Tratamiento

El tratamiento en el manejo integral de los residuos sólidos tiene como objetivo principal disminuir los riesgos para la salud y su potencial contaminante. Por ello se deberá optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales locales. Los principales métodos de tratamiento son el compostaje, lombricultura y la incineración, este último de gran impacto en la reducción de volumen. Los métodos anteriores dejan residuos que son necesarios disponer en un relleno sanitario, de ahí que no sean considerados como soluciones finales ni definitivas. (Duarte, 2008)

2.2.4.4 Disposición final

El método de disposición final de prácticamente todos los residuos sólidos lo constituye el relleno sanitario. Es el único admisible, ya que no representa peligro alguno ni riesgos para la salud pública. Además, minimiza la contaminación y otros impactos negativos en el ambiente. (Duarte, 2008)

2.2.5 Muestreo y selección de la muestral

El muestreo es una herramienta de la investigación científica, su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. La selección de la muestra es muy importante obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población, que reproduzca de algún modo sus rasgos básicos. (Domenech, 1999)

La muestra es una parte de la población seleccionada de acuerdo con un plan o regla, con el fin de obtener información de la población de la cual proviene. La muestra debe ser seleccionada de manera que sea representativa de la población. (Zamora, 2003)

La muestra se calcula utilizando la siguiente ecuación (Zamora M. C., 2003):

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

N= población total

Z= confianza

e = error

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso 1- p

2.2.6 Muestreo sistemático

El muestreo sistemático es un diseño de muestreo usado a menudo debido principalmente a que simplifica el proceso de selección de la muestra. El muestreo sistemático, se define como una muestra obtenida al seleccionar aleatoriamente un elemento de los primeros k elementos en el marco y después seleccionar cada k -ésimo elemento; se denomina muestra sistemática de 1 en k . (Navarro, 2018)

Las ventajas del muestreo sistemático, es fácil de llevar a cabo en el campo, por tanto, a diferencia de las muestras irrestrictas aleatorias y las muestras aleatorias estratificadas, está menos expuesto a errores de selección que cometen los investigadores en el campo; el muestreo sistemático puede proporcionar mayor información que la que puede proporcionar el muestreo irrestricto aleatorio por unidad de costo. Esto puede ser consecuencia del deseo de muestrear de manera “pareja” a lo largo del área de estudio completa (por ejemplo, en ecología, todo un hábitat); y cuando la población está ordenada siguiendo una tendencia conocida, asegura una cobertura de unidades de todos los tipos. (Navarro, 2018)

2.2.7 Impactos ambientales

Es el cambio bueno o malo, favorable o desfavorable, que puede producir una acción del hombre sobre el medio ambiente. Variación de la calidad ambiental a nivel de algún(os) factor(es) expresada mediante valoraciones determinadas, ya sean de carácter subjetivo (juicios de valor) o mediciones objetivas del cambio en los indicadores ambientales de calidad. (Cerón, 2005)

Se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su “entorno”, interpretada en términos de “salud y bienestar humano” o, más genéricamente, de calidad de vida de la población, por entorno se entiende la parte del medio ambiente (en términos de espacio y de factores) afectada por la actividad, o más ampliamente, que interacciona con ella. (Gómez & Gómez, 2013)

2.2.7.1 Impactos positivos y negativos

El impacto es lo que va a resultar de la interrelación de alguna actividad o proyecto en cuestión con el medio ambiente afectado de una u otra manera. Es por tanto una categoría concreta y única, en el sentido de que ese mismo proyecto va a producir un impacto diferente según las características de la zona donde vaya a ser localizado. A través de la experiencia acumulada, se puede llegar a predecir globalmente que tipo de cambios (o impactos) se asocian a determinados proyectos, pero su alcance concreto e incluso su sentido varían dependiendo de la zona particular que se trate. (Pardo, 2002)

2.2.8 Identificación de impactos ambientales

La identificación de impactos, consiste en determinar los factores del medio alterados por determinadas acciones de un proyecto, caracterizando las interacciones entre ambos, al menos de forma cualitativa. Los métodos de identificación permiten describir y localizar de forma clara y esquemática los impactos, a la vez que se hace una primera tipificación de los mismos de forma cualitativa sencilla, para posteriormente valorar más rigurosamente los impactos más significativos. (Abellán, 2006)

2.2.9 Métodos de valoración de impactos ambientales

Son métodos aplicados para evaluar de forma integrada y global los impactos de un proyecto sobre el conjunto del medio. Entre ellos se incluyen tanto métodos cualitativos (basados en criterios de orden, jerarquía o rangos), como cuantitativos (utilizan parámetros medibles de forma objetiva). Sin embargo, estos últimos son los más adecuados para valorar impactos. (Abellán, 2006)

Para esta investigación, el método de valoración utilizado en las actividades del manejo actual de los residuos y desechos sólidos del área urbana del municipio de Chicacao, Suchitepéquez; es la Matriz de Leopold la cual se presenta a continuación.

2.2.10 Matriz de Leopold

La matriz de Leopold (ML) fue desarrollada en 1971. Esta matriz tiene en el eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por esas acciones. (Ponce, 2008)

La manera más eficaz de utilizar la matriz es identificar las acciones más significativas. En general, sólo alrededor de una docena de acciones serán significativas. Cada acción se evalúa en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones medioambientales que figuran en el eje vertical. Se coloca una barra diagonal (/) en cada casilla donde se espera una interacción significativa. La discusión en el texto del informe deberá indicar si la evaluación es a corto o a largo plazo. (Ponce, 2008)

Se evalúan las casillas marcadas más significativas, y se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina superior izquierda de cada casilla para indicar la magnitud relativa de los efectos (1 representa la menor magnitud, y 10 la mayor). Asimismo, se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina inferior derecha para indicar la importancia relativa de los efectos. (Ponce, 2008)

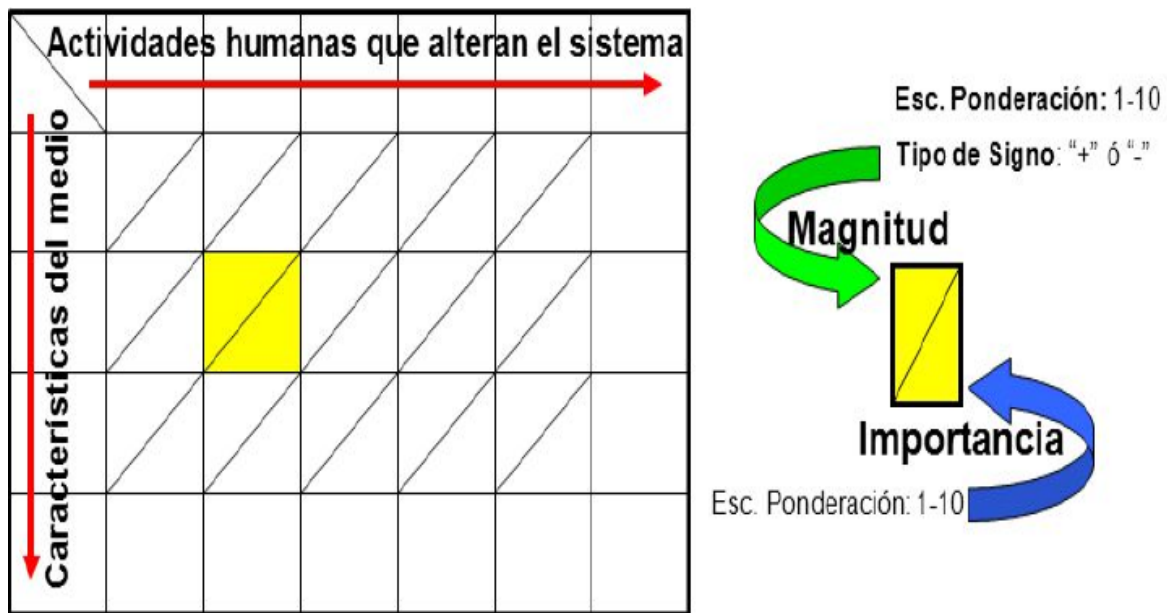
Luego evaluar los números que se han colocado en las casillas. Es conveniente la construcción de una matriz reducida, la cual consiste sólo de las acciones y factores que han sido identificados como interactuantes. (Ponce, 2008)

Debe tomarse especial atención a las casillas con números elevados. El alto o bajo número en cualquier casilla indica el grado de impacto de las medidas. La asignación de magnitud e importancia se basa, en la medida de lo posible, en datos reales y no en la preferencia del evaluador. El sistema de calificación requiere que el evaluador cuantifique su juicio sobre las probables consecuencias. El esquema permite que un revisor siga sistemáticamente el razonamiento del evaluador, para asistir en la identificación de puntos de acuerdo y desacuerdo. (Ponce, 2008)

Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción. (Ronquillo, 2016)

- **Magnitud:** Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos. (Ronquillo, 2016)
- **Importancia:** Valor ponderal, que da el peso relativo del potencial de impacto, se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia. (Ronquillo, 2016)

Figura No. 11 Ponderación de magnitud e importancia.



NOTA: Con base a Ronquillo J. 2016.

Cuadro 1. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para su uso con la Matriz de Leopold.

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

NOTA: Con base a Ronquillo J. 2016.

2.2.10.1 Factores ambientales que se evalúan en la Matriz de Leopold

2.2.10.1.1 Medio físico

El territorio tiene una base natural que se denomina medio físico, que es ante todo una realidad geológica constituida por materiales, formas y elemento condicionante y condicionado por factores climáticos y biológicos, entre otros. Los factores a evaluar son:

- Aire.
- Suelo.
- Agua.

2.2.10.1.2 Biológico

Es un sistema físico, conjunto de factores que lo definen, con componentes interdependientes entre sí, entendido este último como el conjunto de animales y plantas. Siendo estos los siguientes:

- Flora
- Fauna

2.2.10.1.3 Social

Lugar donde los individuos se desarrollan en determinadas condiciones de vida, trabajo, ingresos, educación y está relacionado a los grupos a los que pertenece. Los factores medio social son los siguientes:

- Social
- Cultural

2.2.10.2 Ventajas y desventajas de la Matriz de Leopold

Las ventajas de la Matriz de Leopold es que brinda posibles impactos de acciones proyectuales, incorpora la magnitud e importancia de los impactos y compara las alternativas para cada impacto, mientras que las desventajas es que no considera interacción entre factores, no diferencia entre efectos a corto o largo plazo y los efectos se pueden repetir, porque no son finales.

Con los resultados de la caracterización de residuos y desechos sólidos, se logró aplicar el método de valoración conocido como Matriz de Leopold, con el objetivo de poder medir los impactos que estos generan al medio ambiente.

2.2.11 Indicadores ambientales de desechos sólidos

Los indicadores ambientales de desechos sólidos tienen el fin de generar escenarios confiables que permitan vislumbrar la necesidad de atender el manejo adecuado de los desechos sólidos. (Instituto de Incidencia Ambiental, 2003)

Es la cantidad de desechos generados en el municipio es un indicio de la eficiencia de los recursos, así como de la presión que ejerce sobre el medio ambiente al utilizarlo como un desagüe para absorber los desechos y la contaminación. Por consiguiente, la reducción del volumen de desechos en los distintos procesos de producción y consumo local, aumento del porcentaje de materiales de desecho reciclados, reutilizados, recuperados y la ordenación ecológicamente de los desechos por eliminar en el medio ambiente, son cuestiones que revisten gran importancia a la ordenación sostenible de los recursos naturales. (MARN, 2005)

Los indicadores ambientales según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2005) son los siguientes:

2.2.11.1 Producción per cápita

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas. Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la llamada Producción per cápita (PPC). Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día). La PPC es un parámetro que evoluciona en la medida que los elementos que la definen varían. A grandes rasgos se puede decir que la PPC varía de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional y su nivel de consumo o nivel socioeconómico. Otros elementos, como los periodos estacionales y las actividades predominantes también afectan la PPC. (Enriquez, 2009)

El propósito de este indicador es disponer de una medida unitaria de la generación de basura para una localidad determinada que sea fácilmente comparable y a la vez, específica de una ciudad, de una región, de un barrio o de una zona urbana o de un determinado nivel de ingreso. Este indicador, por ser unitario, puede multiplicarse por la población para obtener la producción diaria, mensual o anual de desechos sólidos de esa localidad. (MARN, 2005)

La ecuación utilizada según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2005), es la siguiente:

$$PPC = \frac{1}{7} * \frac{(A/B) \cdot P}{P}$$

Donde:

A = Peso (kg) de los desechos generados durante una semana.

B = Número total de habitantes de la muestra

P = Población total

2.2.11.2 Composición de los desechos sólidos

Se refiere a la determinación de las características cualitativas de los desechos sólidos. Estos datos tipifican el servicio por prestar, conjunto, métodos, turnos y horarios. La metodología consiste en la clasificación del total de los desechos sólidos generados diariamente. (MARN, 2005)

2.2.11.3 Cobertura de recolección de desechos sólidos

Este indicador mide en forma de porcentaje la relación que existe entre la cantidad de población con alguna forma de servicio de recolección de basura y la población urbana total. El indicador se considera relevante porque registra el grado en que una población está recolectando la basura producida para darle un tratamiento sanitario, considerando que otras formas de disposición son inadecuadas. Tiene relación con el indicador de generación de desechos sólidos per cápita, ya que al combinarse es posible obtener los datos de generación de desechos sólidos, con recolección y son los de la población bajo estudio. (MARN, 2005)

La ecuación utilizada, según en MARN (2005), es la siguiente:

$$Cr = ((Vser \cdot Hpro) / Thu) \cdot 100$$

Donde

Cr = cobertura

Vser = viviendas con servicio

Hpro = promedio de habitante / familia

Thu = total de habitantes

2.2.11.4 Dispersión y/o concentración de la disposición final de los desechos sólidos

Tiene el propósito de cuantificar, en porcentaje, la superficie de terreno urbano utilizado para basurero no autorizado y basurero municipal en relación con la superficie de terreno urbano de la localidad municipal de que se trate. Se pretende medir la dispersión en el sentido negativo de la disposición final de desechos sólidos

con relación al área urbana del poblado generador. La intervención en el manejo adecuado de los desechos sólidos producirá un efecto contrario, es decir, la disminución de basureros, y con ello, la concentración en dicho manejo y, por lo tanto, un resultado positivo desde el punto de vista ambiental y de salud. Una relación histórica de este indicador muestra la tendencia en el manejo de los desechos en cada poblado o municipalidad. (MARN, 2005)

La ecuación según el MARN (2005), es la siguiente:

$$D_{bas} = (H_{bas}/H_{urb}) * 100$$

Donde:

H_{bas}= área de botaderos

H_{urb}= área total del municipio

2.2.11.5 Densidad o peso volumétrico

La densidad o peso volumétrico es el peso de los desechos generados contenido en una unidad de volumen. Este dato se emplea para calcular los servicios y vehículos necesarios para la recolección de la basura. Se estima que el peso volumétrico de basura sin compactar oscila entre 125 y 250 kg/m³ La composición de la basura se refiere a la determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los desechos sólidos. (MARN, 2005)

La ecuación según el MARN (2005) para el cálculo de la densidad es la siguiente:

$$densidad = peso (kg)/volumen (m^3)$$

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Proponer la gestión integrada de residuos y desechos sólidos como estrategia para la prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez.

3.2 Objetivos Específicos

- 3.2.1** Caracterizar los residuos y desechos sólidos generados en el casco urbano del municipio.
- 3.2.2** Identificar y valorar los impactos ambientales generados por el manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos en el casco urbano del municipio.
- 3.2.3** Diseñar un plan de manejo de los residuos y desechos sólidos generados en el casco urbano del municipio.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

El siguiente cuadro muestra los materiales utilizados en la presente investigación:

Cuadro 2. Presupuesto de la investigación

MATERIAL	CANTIDAD	Costo
Recurso humano	6	municipal
Vehículo	1	municipal
Costales	60	Q 50.00
Guantes de látex	6 pares	Q 132.00
Botas	6 pares	Q 480.00
Pesa de resorte	1	Q 80.00
Mascarilla	6	Q 36.00
Caja de cartón tamaño grande o regular.	2	Q 2.00
Nylon de 1.80 metros de ancho	10 yardas	Q 110.00
Estudio de caracterización de residuos y desechos sólidos en el área urbana del municipio de Chicacao, Suchitepéquez *	1	Q. 30,000.00
	total	Q 30,890.00

NOTA: Con base a cotizaciones realizadas en el municipio de Chicacao, Suchitepéquez, 2018. *Correspondiente al trabajo realizado y cubierto por el estudiante del Ejercicio Profesional Supervisado y personal municipal.

4.2 Metodología

Las actividades realizadas para el alcance de los objetivos fueron las siguientes:

4.2.1 Identificación de la población objetivo

La presente investigación se realizó en el casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez, a continuación, se presenta un mapa con su ubicación.

Figura 12. Mapa del Casco Urbano del Municipio de Chicacao, Suchitepéquez.



Mapa del Casco Urbano de Chicacao, Suchitepéquez



1:9,735

Leyenda

- Casco Urbano
- Chicacao
- Suchitepéquez

id	Nombre	Area km ²
1	Casco Urbano	0.774352



1:300,000

Sistema de Coordenadas Proyectadas
WGS / 84 UTM Zone 15N
Autor: Gómez Villatoro
Fecha: Febrero, 2018

NOTA: Con base a imagen satelital de plataforma ArcGIS, 2018.

A nivel municipal, el casco urbano representa el 0.36% del territorio, y además en él se concentra aproximadamente el 22.44 % de la población total del municipio.

4.2.2 Caracterización de los residuos y desechos sólidos

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

4.2.3 Cálculo de la muestra

Para el cálculo de la muestra se realizó un recorrido por todas las calles y avenidas del municipio para contabilizar las viviendas dentro del casco urbano.

Para este fin se aplicó el 10% de error y confiabilidad del 90%. La muestra se calculó utilizando la siguiente ecuación según (Zamora M. C., 2003).

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

Donde:

Z= Confianza

e = error

p = probabilidad de éxito (0.50)

q = probabilidad de fracaso 1- p

Para el cálculo de la población total del casco urbano se tomó en cuenta el número total de casas y el promedio a nivel nacional de habitantes por familia según (INE, 2002), el cual es de 5 personas.

4.2.4 Selección de la muestra

Se utilizó el método sistemático conocido como regla de Sturges la ecuación utilizada fue la siguiente. (USAC & Facultad de ingeniería, 2011)

$$K = 1 + 3.3 \log n$$

1 = constante

3.3 = constante

n = número de la muestra

El resultado “K” es el intervalo entre viviendas que se aplicó para la determinación de las viviendas dentro de la muestra.

4.2.5 Cálculo de los indicadores municipales de desechos sólidos

Tomando en cuenta la muestra calculada anteriormente, se pesaron los residuos y desechos generados durante dos semanas de los domicilios, el mercado, y las vías públicas; con base a los resultados obtenidos se calcularon los siguientes indicadores ambientales de desechos sólidos:

4.2.5.1 Composición física

Se clasificó manualmente los residuos y desechos sólidos recolectados por la muestra durante dos semanas consecutivas, en las viviendas del casco urbano, mercado y vía pública del municipio de Chicacao, de la siguiente manera:

- Orgánicos: restos de comida, frutas, verduras, ramas, hojas, plantas, animales.
- Inorgánicos: se dividieron en reciclables y no reciclables.

Entre los reciclables están las botellas plásticas “PET”, papel, cartón, vidrio, metal, aluminio, telas, textiles, maderas y componentes electrónicos. Entre los no reciclables está el papel higiénico usado, pañales desechables, toallas sanitarias, preservativos, desechos especiales (jeringas, guantes, mascarillas, algodón, medicina usada o vencida). Una vez clasificados los desechos, se procedió a su pesaje en kg para la obtención de porcentajes, según indica la siguiente ecuación.

$$\% = \frac{\text{kgs desechos según clasificación (orgánicos, reciclables y no reciclables)} * 100}{\text{peso total generado (kgs)}}$$

Esta fórmula se utilizó de la misma manera para los desechos orgánicos, reciclables y no reciclables.

4.2.5.2 Producción per cápita

Para este fin se utilizó la siguiente ecuación según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2005)

La fórmula para la producción per cápita es la siguiente:

$$PPC = \frac{1}{7} * \frac{(A/B) \cdot P}{P}$$

Donde

A = Peso (kg) de los desechos generados durante una semana.

B = Número total de habitantes de la muestra (domicilios), total de habitantes del casco urbano (mercado y barrido de calles)

P = Población total del casco urbano

La PPC se calculó por semana, después se realizó un promedio general.

4.2.5.3 Peso volumétrico

Una vez clasificados los desechos se calculó la densidad según la clasificación realizada en la composición física. El cálculo se repitió 10 veces por cada tipo de desecho para obtener un promedio. (MARN, 2005)

Para este indicador se realizó lo siguiente:

4.2.5.3.1 Cálculo del área

Se utilizó una caja de cartón para los residuos orgánicos y un tonel de plástico para los reciclables y no reciclables. (MARN, 2005)

La ecuación para el área fue la siguiente:

$$\text{Caja de cartón:} \quad \text{área (m}^2\text{)} = \text{largo} * \text{ancho}$$

4.2.5.3.2 Cálculo del volumen

Una vez calculada el área se determinó el volumen utilizando la siguiente ecuación. (MARN, 2005)

$$\text{volumen (m}^3\text{)} = \text{área (m}^2\text{)} * \text{altura (m)}$$

4.2.5.3.3 Densidad

Utilizando el volumen anterior se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo de la densidad. (MARN, 2005)

$$\text{densidad} = \text{peso (kg)}/\text{volumen (m}^3\text{)}$$

4.2.5.4 Cobertura de recolección

Es el porcentaje de la población que utiliza el servicio de recolección de los desechos sólidos ya sea privado o público. (MARN, 2005)

$$Cr = ((Vser \cdot Hpro)/Thu) \cdot 100$$

Donde

Cr = cobertura

Vser = viviendas con servicio

Hpro = promedio de habitante / familia

Thu = total de habitantes del área urbana

El dato de número de viviendas con servicio, se obtuvo a través de una entrevista con el encargado del tren de aseo.

4.2.5.5 Cobertura de barrido de vía pública

Es el porcentaje de vías públicas que cuenta con una limpieza diaria. (MARN, Manual de Indicadores Ambientales Municipales, 2005)

$$\% \text{cobertura} = (\text{long de barrido de vías en km}/\text{long total de vías en km}) * 100$$

4.2.5.6 Dispersión y/o concentración

El procedimiento utilizado fue el siguiente. (MARN, Manual de Indicadores Ambientales Municipales, 2005)

- Se realizó un recorrido por todo el casco urbano del municipio con el propósito de identificar la ubicación de los botaderos no autorizados y autorizados dentro del territorio.
- Se tomaron las coordenadas geográficas de cada uno.
- Se calculó el área de cada botadero identificado.
- Se determinó el área total del casco urbano y se generó un mapa de la ubicación de los botaderos utilizando el software ArcGIS.
- Con los datos de las áreas de cada botadero, se calculó el indicador de dispersión y concentración utilizando la siguiente ecuación:

$$Dbas = (Hbas/Hurb) * 100$$

Hbas= Área de botaderos en hectáreas

Hurb= Área total del municipio en hectáreas

4.3 Identificación y valoración de los impactos ambientales generados por el manejo inadecuado de los residuos y desechos sólidos en el casco urbano

Para identificar y valorar los impactos ambientales que genera el inadecuado manejo de los residuos y desechos sólidos se utilizó la “Matriz de Leopold” tomando en cuenta lo siguiente:

- La magnitud, que hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se calificó del 1 a 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y un signo – para los negativos. Se anotó en la mitad superior izquierda de cada impacto en la matriz.
- La importancia, que hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se calificó del 1 al 10 en orden creciente de importancia. Éste se colocó en la mitad inferior derecha de cada impacto en la matriz.

En la parte de las acciones del proyecto de la matriz se evaluaron las fases de la gestión integral de residuos y desechos sólidos, con el manejo actual: generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Los factores ambientales a evaluar son los siguientes: físicos, biológicos y socioculturales. Los aspectos físicos incluyeron: suelo y agua; los biológicos: flora y fauna; los socioculturales: social y cultural. La identificación y valoración de los impactos ambientales realizada se utilizó como base para la propuesta del plan de manejo de los residuos y desechos sólidos generados.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados obtenidos durante la etapa de diagnóstico del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local. Se evaluó el manejo actual de los residuos y desechos sólidos generados en el área urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez; obteniendo los siguientes resultados.

5.1 Manejo actual de los residuos y desechos generados en el casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez

Se realizó un recorrido por todo el casco urbano para contabilizar el número de viviendas en el área urbana, siendo un total de 2,850 casas siendo este la población objetivo, con este dato se calculó una muestra a nivel domiciliar de 246 viviendas.

- ✓ En el casco urbano funciona el servicio de recolección de desechos sólidos brindado por la municipalidad, la cobertura es del 19% de la población. La tarifa establecida por la municipalidad es de Q 20.00 al mes.
- ✓ En el municipio no se le brinda ningún tipo de tratamiento ni aprovechamiento a los residuos y desechos recolectados por el tren de aseo municipal, estos son trasladados a la Aldea Nahualate al lugar conocido como vertedero “El Rancho”
- ✓ El 44.98% de la población encuestada calificó el servicio como bueno, el 33.01% regular, el 17.70% excelente, el 2.40% pésimo y el 1.91% malo.
- ✓ El 14.69% de la población que no utiliza el tren de aseo le da diversos tipos de manejo, entre los que destacan: la quema (61.10%), la entierra (27.78%), se la lleva otra persona (5.56%) y la depositan en lugares no autorizados (5.56%)
- ✓ El 47.35% de las personas manifestaron tienen conocimiento sobre la manera adecuada de clasificar los residuos y desechos sólidos, mientras que el 52.65% no ha recibido educación respecto al tema.

5.2 Cálculo de la muestra

Se aplicó la ecuación para el cálculo de la muestra de la siguiente manera:

90% de confianza = 1.64

10% de error = 0.10

p = 0.50

q = 0.50

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

$$n = \frac{2,850 \cdot 1.64^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.10^2 (2,850 - 1) + 1.64^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} \quad n = 245.84 = 246 \text{ domicilios}$$

La muestra calculada asciende a 246 viviendas distribuidas en todo el casco urbano.

5.3 Selección de la muestra

Para este dato se utilizó el método conocido como la regla de Sturges

1 = constante

3.3 = constante

$$K = 1 + 3.3 \log n \quad K = 1 + 3.3 \log 245 \quad K = 8.88 \quad R// 9 \text{ casas}$$

El resultado obtenido, indica que a cada 9 casas se identificó una para el estudio de caracterización de residuos y desechos sólidos.

5.4 Cantidad de habitantes del casco urbano de Chicacao

Se determinó el promedio de habitantes por vivienda a través de una encuesta a 246 viviendas, el resultado fue de 5.3878 habitantes por familia, luego se obtuvo el número total de habitantes del área urbana, multiplicando las 2,850 viviendas del casco urbano por el promedio de habitantes que fue de 5.39 dando como resultado un total de 15,362 habitantes en el área urbana.

5.5 Producción per cápita (PPC) de residuos y desechos sólidos

Se realizó el pesaje de los residuos y desechos generados de 246 viviendas, mercado y vías públicas durante 2 semanas consecutivas; los resultados se muestran a continuación:

5.5.1 Primera semana: del 9 al 13 de Julio

Cuadro 3. Kilogramos de residuos y desechos pesados en la semana del 09 al 13 de julio.

Fuente generadora	kg	PPC
Domiciliar	3,799.54 kg	0.4112
Mercado	1,968.70 kg	0.0183
Vía pública	927.43 kg	0.0086
Total	6,695.67 kg	0.4381

5.5.2 Segunda semana: del 16 al 20 de Julio

Cuadro 4. Kilogramos de residuos y desechos pesados en la semana de 16 al 21 de julio.

Fuente generadora	kg	PPC
Domiciliar	3,448.97 kg	0.3733
Mercado	1,968.70 kg	0.0183
Vía pública	927.43 kg	0.0086
Total	6,345.10 kg	0.4002

5.5.3 Promedio general de Producción Per Cápita (PPC)

Con base a los resultados de la PPC obtenidos anteriormente se calculó el promedio general:

$$\text{Promedio} = \frac{0.4381\text{kg} + 0.4002\text{kg}}{2} \quad \text{R// } 0.4192 = 0.42 \text{ kg/habitante/día}$$

El resultado anterior significa que cada habitante del casco de Chicacao, genera al día 0.42 kg de residuos y desechos sólidos en promedio; comparado con la PPC a nivel nacional de 0.88 kg, dato obtenido con base a censos poblacional del INE (2002) y proyecciones realizadas.

El área urbana del municipio produce la mitad del promedio, lo cual no es alarmante, pero tiende a aumentar cada año debido al crecimiento poblacional y el consumo de artículos de un solo uso, por lo tanto, es importante que las autoridades generen estrategias a nivel municipal para frenar el incremento a nivel nacional, el cual según el MARN es de 0.05 kg anuales.

5.6 Densidad de los residuos y desechos sólidos generados en el área urbana de Chicacao, Suchitepéquez

Cuadro 5. Densidad calculada en la primera semana del 09 al 13 de julio.

Tipo de desecho	kg / m ³
Orgánico	144.71
Recuperable	79.74
No recuperable	119.37

5.6.1 Densidad de la segunda semana del 16 al 20 de julio

Cuadro 6. Densidad calculada en la segunda semana del 16 al 20 de julio.

Tipo de desecho	kg / m³
Orgánico	272.62
Recuperable	66.44
No recuperable	106.58

En el Cuadro No. 5 y 6 se observa la densidad de los desechos sólidos generados durante las dos semanas que se realizó la caracterización del área urbana.

Durante la primer semana se generó más desecho orgánico, debido a que se encontró bastante hojarasca y hoja de mashan (*Calathea lutea*), la cual se utiliza para envolver tamales y otros alimentos blandos.

Durante la segunda semana los desechos orgánicos aumentaron debido a lluvias que se reportaron en el casco urbano del municipio de Chicacao en esos días.

Cuadro 7. Promedio general de la densidad de los desechos sólidos generados a la semana del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.

Tipo de Desecho	kg / m³
Orgánico	208.67
Recuperable	73.09
No recuperable	112.98

La utilidad del cálculo de la densidad tiene relación con la capacidad de los sistemas de tratamiento de los residuos y desechos propuestos en el plan de manejo, tales como: área de compostaje, bodegas para el material reciclable y relleno sanitario.

5.7 Promedio de la composición física de los residuos y desechos sólidos generados durante dos semanas en el área urbana de Chicacao

5.7.1 Desechos sólidos domiciliarios

El área urbana de Chicacao, genera a la semana un promedio de 1,484.12 kg, de desechos orgánicos, 621.30 kg desechos recuperables y 1518.82 kg, no recuperables.

El 58.09% de los desechos (desechos orgánicos y recuperables) puede ser aprovechado; los orgánicos en la producción de compost y los reciclables para la venta. Es importante mencionar que es necesario implementar estrategias en el municipio para reducir la cantidad generada de material no reciclable (41.91%), ya que este tipo de desecho no se puede aprovechar con tecnología local, su destino tendría que ser un relleno sanitario. Ver figura número 14, página 63.

5.7.2 Desechos sólidos del mercado municipal

El promedio de los desechos generados durante las dos semanas en el mercado municipal es de 1438.15 kg de orgánicos, mientras que los desechos recuperables son de 177.18 kg y para los no recuperables son 353.37 kg.

El mayor porcentaje de los desechos del mercado municipal es el orgánico, representando un 73.05%, debido a que predominan las ventas de frutas y verduras. Estos pueden ser aprovechados para la producción de compost y de esta forma generar ingresos. El 9.00% son desechos recuperables como: botellas PET, vidrio y latas de aluminio; por último, el 17.95% son desechos no recuperables como: pañales desechables, papel higiénico usado, toallas sanitarias, jeringas, algodón, preservativos, etc. Observar la figura número 15, página 63.

5.7.3 Desechos sólidos de las vías públicas

Los desechos clasificados durante las dos semanas de pesaje comprendida del 09 al 20 de julio son: 110.29 kg orgánico, 211.31 kg recuperable y 605.83 kg.

Los desechos generados en las principales vías públicas del casco urbano de Chicacao en su mayoría son no recuperables representando un 65.32% del total.

Se observó que en el lugar no existen depósitos de basura en las calles, por tal motivo es necesario generar estrategias a nivel municipal que ayuden a cambiar la cultura ambiental de la población.

El porcentaje de los desechos orgánicos provenientes de las vías públicas es de 11.89%, por restos de fruta y verdura que desechan los comercios situados en la orilla de la calle y ramas con hojas secas de los domicilios, mientras que el 22.78% son desechos recuperables mayormente por botellas PET que podrían reciclarse. (Ver figura No 16, página 64.)

5.7.4 Composición general de los desechos sólidos del área urbana

La composición general de los residuos y desechos sólidos del área urbana de Chicacao es la siguiente:

El 42% de los desechos generados en el casco urbano son orgánicos, el mismo porcentaje para los no recuperables, estos datos preocupan ya que demuestran la poca cultura de la población hacia el cuidado del medio ambiente. Los materiales denominados como “no recuperables” incluyen: pañales, toallas sanitarias, desechos hospitalarios, cubiertos, vasos, platos de duroport y otros artículos de un solo uso, los cuales deberían de tener como destino final un relleno sanitario. (Ver figura No 17, página 64.)

Para reducir la generación de desechos no recuperables, que son las más preocupantes, la municipalidad tiene que crear normativas a nivel municipal que regule el uso de este material, además de campañas de educación ambiental que generen un cambio de actitud de la población.

5.8 Cobertura de recolección del servicio de tren de aseo en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez

$$Cr = ((Vser \cdot Hpro) / Thu) \cdot 100$$

Donde

Cr = cobertura

Vser = viviendas con servicio

Hpro = promedio de habitante / familia

Thu = total de habitantes del área urbana

$$Cr = ((543 \cdot 5.39) / 15,333) \cdot 100 = 19.09\%$$

Este indicador muestra que el tren de aseo en el casco urbano, tiene una cobertura de 19.09%, quiere decir que al 80.91% de la población no le prestan el servicio.

5.9 Cobertura de barrido de las vías públicas de Chicacao, Suchitepéquez

$$\% \text{cobertura} = (\text{long de barrido de vías en km} / \text{long total de vías en km}) * 100$$

$$\% \text{cobertura} = (6.05\text{km} / 15.08\text{km}) * 100 = 40.12\%$$

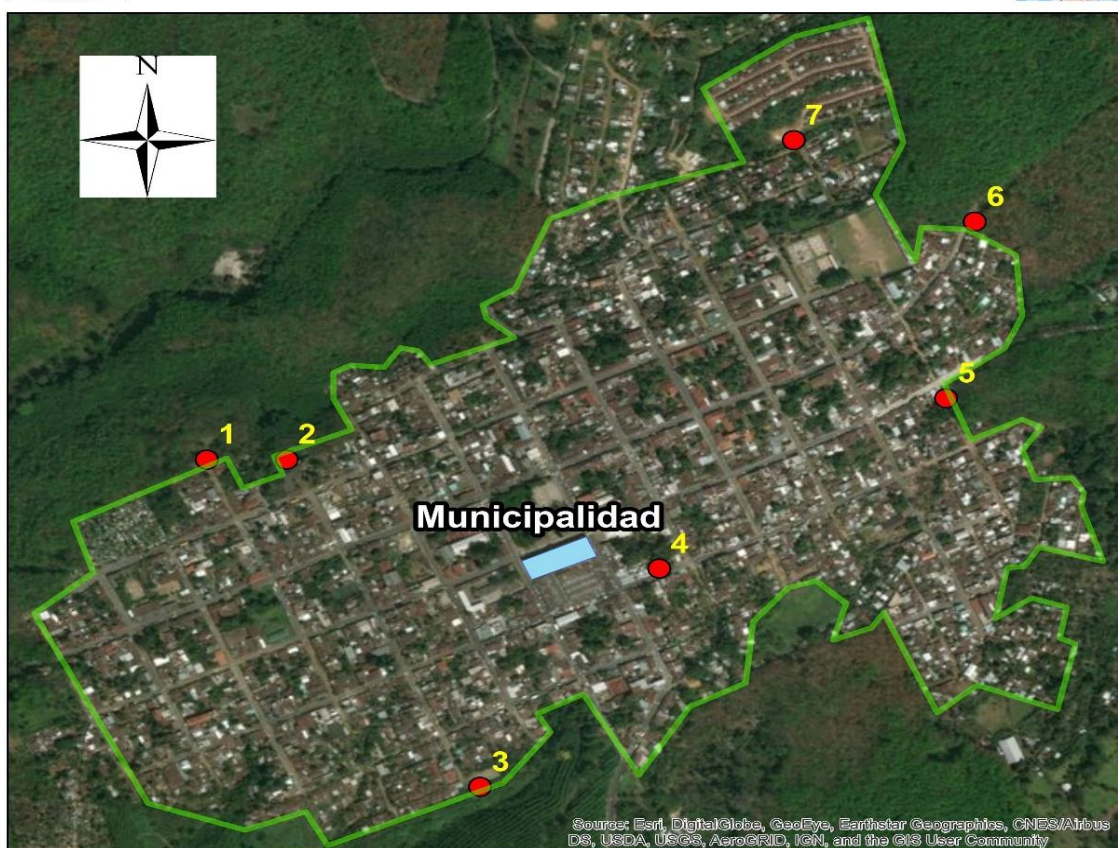
El resultado anterior muestra que el 40.12% de las vías públicas del casco urbano de Chicacao, son barridas diariamente quiere decir que los desechos son recolectados. El beneficio del barrido de calles es que se evita que estos desechos sean arrastrados por la lluvia o el viento y contaminen el suelo, barrancos y ríos.

5.10 Dispersión y/o concentración de los botaderos no autorizados en el área urbana de Chicacao, Suchitepéquez

Figura 13. Mapa de los botaderos no autorizados del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.



Mapa de los Botaderos no autorizados en el Municipio de Chicacao, Suchitepéquez



Nombre	Área mts cuadrados	Porcentaje área
Casco Urbano	774,352	100%

1:7,622

Cobertura de recolección del tren de aseo = 19.05%
Cobertura de barrido de las vías públicas = 40.12%

Id	Nombre	Latitud	Longitud	Área mts cuadrados	Porcentaje área
1	Las flores 4 av final	14° 32' 37.79" N	91° 19' 50" O	1479	0.1909%
2	Las flores 3 av final	14° 32' 36.96" N	91° 19' 46.72" O	150	0.0193%
3	El Recreo	14° 32' 20.91" N	91° 19' 38.34" O	136	0.0175%
4	Sector Ajpacaja	14° 32' 31.43" N	91° 19' 31.04" O	323	0.1852%
5	Puente El Millón	14° 32' 39.79" N	91° 19' 18.86" O	33	0.0042%
6	Salida El Regalo	14° 32' 48.53" N	91° 19' 17.36" O	1740	0.2247%
7	Colonia El Stan	14° 32' 52.36" N	91° 19' 25.31" O	32	0.0041%
Total				3,893 mts	0.6459%

Legend

- Casco Urbano
 - Basureros no autorizados
 - Municipalidad
- Sistema de Coordenadas
Proyectadas
WGS 84 / UTM Zone 15N
Fecha: Junio, 2018
Autor: Gómez Villatoro

NOTA: Con base a imagen satelital de plataforma ArcGIS, 2018.

Tal como se muestra en la figura anterior, en el casco urbano del municipio existen actualmente 7 botaderos no autorizados, que ocupan 3,893 metros cuadrados, equivalentes al 0.65% del territorio. Aunque no es un alto porcentaje si refleja la falta de cultura de protección del medio ambiente en la población. Este dato tiene relación con la cobertura del tren de aseo, el cual es del 19%; las autoridades deben trabajar para mejorar el servicio de tren de aseo, logrando que el 100% de la población lo utilice y por consiguiente erradicar los botaderos no autorizados en el lugar.

5.11 Matriz de Leopold

Cuadro 8. valuación de impactos ambientales negativos por el mal manejo de los residuos y desechos sólidos del municipio de Chicacao, Suchitepéquez

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES DEL PROYECTO		GENERACIÓN						RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE				Promedios positivos	Promedios negativos	Impacto por subcomponentes	Impacto por componentes	Impacto total del proyecto				
				Sin clasificación domiciliar	Sin conocimiento sobre clasificación	Generación de botaderos no autorizados	Contaminación por desechos (ríos, quemados)	Programas de capacitación a la población	Transporte inadecuado	Ruta de recolección	Sin equipo de protección personal	Cobertura del 100%										
Físico	Aire	Generación de material particulado								-1	1	-1	2									
		Generación de humo		-2	2	-6	7	-4	5	+3	5	-2	3	-2	3	+2	2	2	5	-59		
		Liberación de CO ₂		-2	2	-7	8	-5	6	+4	6	-4	5	-4	5	+3	3	2	5	-97		
		Generación de malos olores		-3	3	-3	2	-6	5	-4	3	-4	3			+2	1	2	5	-63		
		Generación de ruido										-2	1	-3	2			2		-8		
	Suelo	Contaminación		-4	5	-2	3	-7	8	-5	5	+5	8	-1	2	+5	6	2	5	-39		
		Cambio de uso				-3	3	-8	8	-4	5	+2	4			+3	5	2	3	-70		
		Erosión del suelo								-1	2	+1	2			+2	2	2	1	4		
Agua	Contaminación de aguas superficiales		-4	5	-2	3	-9	10	-7	9	+5	10	-2	2	+7	10	2	5	-63			
	Contaminación de aguas subterráneas		-4	5	-2	3	-8	10	-7	9	+5	10			+5	8	2	4	-79			
Biológico	Flora	Cubierta vegetal		-2	2	-1	2	-7	6	-7	8	+2	5	-1	1	-1	1	+3	5	2	6	-81
		Interferencia y perturbación a la flora		-2	2	-2	2	-8	9	-7	8	+3	5	-1	2	+2	3	2	5	-117		
		Incendios forestales						-5	6	-1	2	+2	2					1	2	-28		
		Especies en peligro		-1	2	-2	2	-7	8	-1	2	+5	7	-1	1	+4	6	2	5	-6		
	Fauna	Fauna terrestre y aérea		-3	3	-3	4	-8	9	-2	3	+6	7	-2	2	+5	7	2	5	-26		
		Fauna acuática		-4	4	-3	4	-8	9	-2	3	+6	7	-1	2	+6	8	2	5	-18		
		Interferencia y perturbación a la fauna		-4	3	-3	3	-8	10	-2	3	+5	6	-1	2	+5	7	2	5	-44		
Social	Especies en peligro		-4	5	-3	5	-8	10	-1	3	+4	6	-1	2	+4	6	2	5	-72			
	Riesgos sanitarios		-3	4	-4	5	-7	8	-4	4	+6	6	-5	7	+4	6	2	6	-127			
	Salud humana		-4	5	-4	6	-8	9	-5	6	+7	8	-6	8	+6	8	2	6	-153			
	Generación de empleos										+5	7	+2	5	+5	8	+5	7	4		120	
	Calidad de vida de la población		-3	5	-4	6	-8	10	-5	7	+6	8	-2	5	+6	8	2	5	-68			
	Cultural	Paisaje		-2	4	-3	3	-7	8	-4	6	+7	8	-2	3	+7	8	2	5	9		
Potencial turístico y de recreación		-4	5	-3	4	-8	9	-6	7	-8	9	-3	5	+8	9	1	6	-161				
Promedios positivos										21	1	1		21	44							
Promedios negativos										1	19	5	2		103							
Promedios aritméticos				-211	-188	-1258	-519	554		-165	5	-111	644			1249						

NOTA: con base a métodos de evaluación de impacto ambiental. Ronquillo J, 2016; 2018

La matriz de Leopold es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental, se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural, en este caso se utilizó para medir el impacto causado por el inadecuado manejo de los residuos y desechos sólidos del casco urbano del municipio de Chicacao;, consiste en una matriz con información donde las columnas representan actividades que se hacen durante el manejo (generación, recolección y transporte) mientras que en las filas se representan varios factores ambientales físicos y biológicos (aire, suelo, agua, flora, fauna, social y cultural).

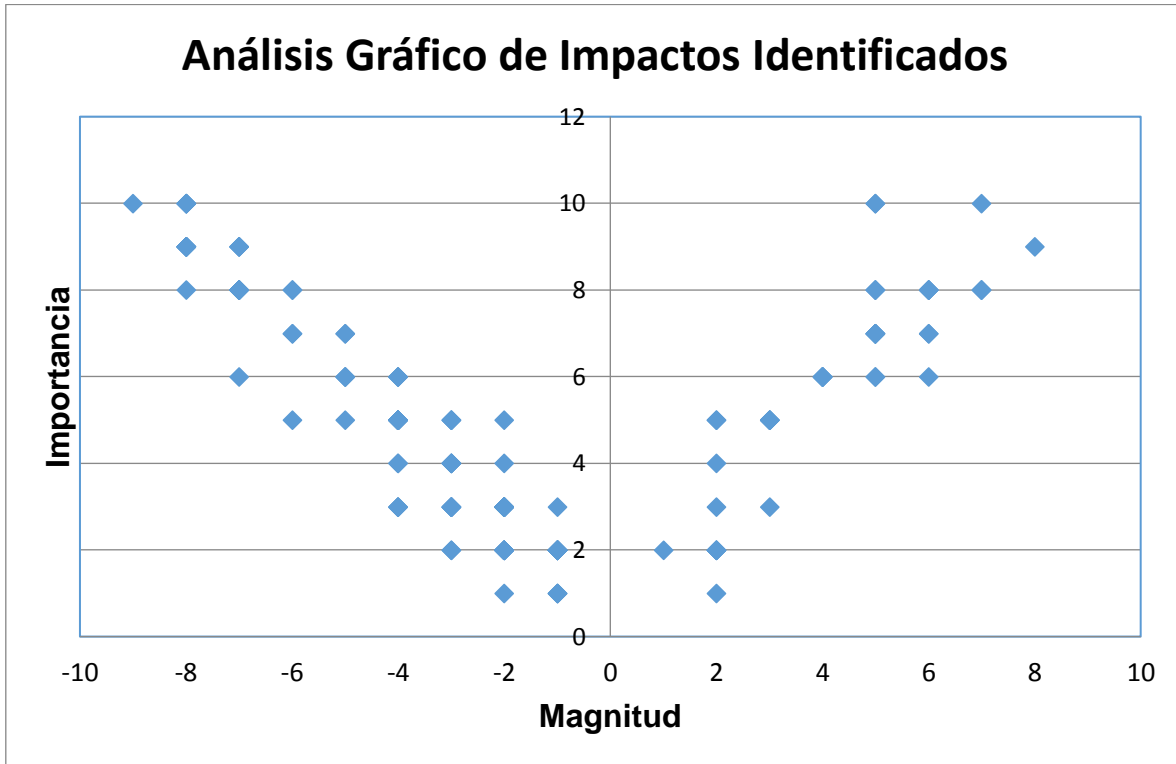
Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental. Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: área afectada de suelo, volumen de agua contaminada.

Los resultados obtenidos del cálculo de los indicadores ambientales fueron tomados en cuenta en la aplicación de la matriz de Leopold. A continuación, se muestra el análisis de los resultados.

Se evaluaron las etapas de generación, recolección y transporte, no se tomó en cuenta la etapa de disposición final, debido a que no le brindan un tratamiento a los residuos y desechos sólidos, según el Cuadro 7.11, la mayoría de impactos negativos se concentran en los factores físicos (aire, suelo, agua) y biológicos (flora y fauna).

En la Figura No. 14, página 52, se puede observar una gráfica elaborada a partir de los resultados la matriz de Leopold, en donde se identificaron los impactos que genera el manejo actual de los residuos y desechos sólidos del casco urbano.

Figura 14. Impactos identificados del manejo actual de los residuos y desechos sólidos del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez



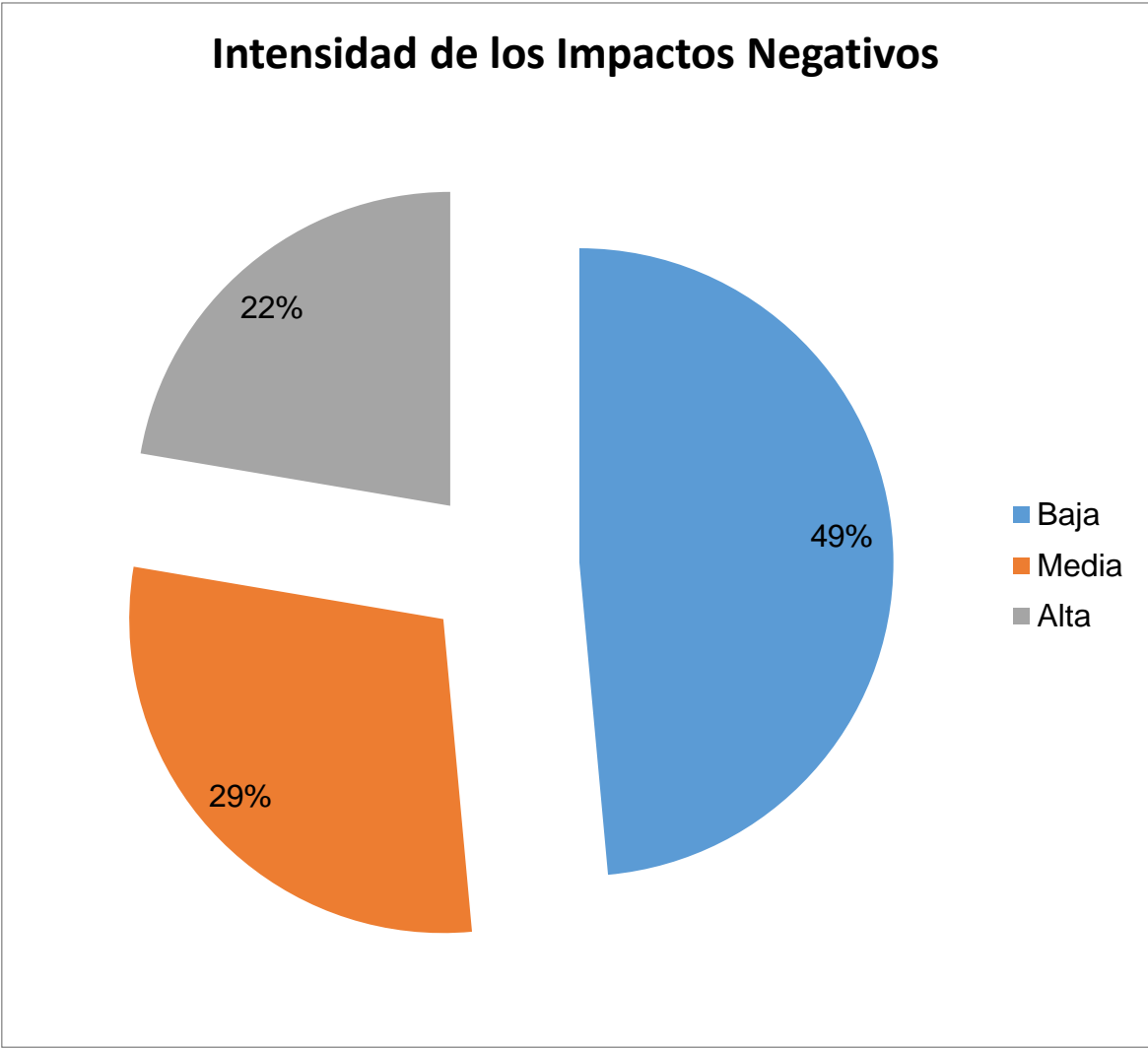
Se puede observar que en el eje “X” se encuentra la magnitud de los impactos que se valoraron de 1 a 10 ya sea con signo positivo o negativo, según su impacto hacia el medio ambiente, y en el eje “Y” se encuentran la importancia que tienen.

Los impactos negativos que más afectan al medio ambiente se identificaron en la etapa de generación, en las actividades de proliferación de botaderos no autorizados y en la contaminación del agua, aire y suelo por depositar los desechos en los ríos, quemarlos y enterrarlos.

En la gráfica de impactos identificados se observa 29 impactos negativos con diferentes magnitudes e importancias, mientras que los impactos positivos son 19, esto quiere decir que el manejo actual de Chicacao está generando más impactos negativos hacia los factores ambientales físicos y biológicos.

En la Figura 15. Se puede evidenciar que existen más impactos negativos de baja magnitud con poca afectación al medio físico y biológico por las actividades que se dan en la generación de residuos y desechos sólidos, debido a que contaminan el agua por depositar desechos a los ríos, el suelo por botaderos y el aire por la quema de los mismos en el área urbana de Chicacao, Suchitepéquez.

Figura 15. Intensidad de los impactos negativos del manejo actual de los residuos y desechos sólidos del casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez



5.12 Propuesta de plan para la gestión integrada de residuos y desechos sólidos

Con base a los resultados obtenidos en las actividades anteriores, se redactó una propuesta de plan orientada a la mejora del manejo de los residuos y desechos generados a nivel municipal.

Dicha propuesta tiene como objetivo general contribuir a la mejora de la gestión de residuos y desechos sólidos en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez, a través de la determinación de programas orientados a la implementación de la gestión integrada y la identificación de estrategias de mejora en donde participe toda la población del municipio.

Está integrada por tres programas: 1. Gestión integrada de residuos y desechos sólidos, la cual incluye estrategias en cada fase de la gestión, entre ellas está el mejoramiento del servicio de recolección de aseo, construcción de una planta de tratamiento, creación de un centro de acopio para el material reciclable; 2. Acuerdo municipal para la prohibición del uso de duroport, pajillas, bolsas plásticas y materiales de un solo uso, con el propósito de disminuir la cantidad generada de este tipo de material, considerando que el 42% del total de desechos generados en el territorio pertenecen a este rubro; y 3. Programa de educación ambiental, el cual incluye charlas y capacitaciones a la población, desde los más pequeños, en las escuelas, hasta los mayores, a través de los COCODES y otras organizaciones comunitarias.

Ver plan completo en anexo 2, página 69.

VI. CONCLUSIONES

1. La producción per cápita de residuos y desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Chicacao es de 0.42 kilogramos por habitante al día.
2. La densidad calculada de los residuos y desechos sólidos generados es de 208.67 kg/m³ para desechos de tipo orgánicos, 73.09 kg/m³ para desechos de tipo recuperable y 112.98 kg/m³ para desechos de tipo no recuperable.
3. Del total de desechos generados en el casco urbano del municipio, el 42% es de origen orgánico, el 16% recuperable y el 42% no recuperables, con esta base se concluye que el 58% del total de desechos puede aprovecharse en métodos de tratamiento tales como el compostaje y reciclaje.
4. La cobertura de recolección del servicio de tren de aseo en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez es de 19.05%, mientras que la cobertura de barrido de las vías públicas es del 40.12%; esto demuestra la poca cultura ambiental de la población.
5. A través del uso de la matriz de Leopold se determinó que los impactos negativos de mayor magnitud e importancia detectados en el manejo actual de los residuos y desechos sólidos, se encuentran en la generación de botaderos no autorizados con un rango que oscila entre -7 a -10 los cuales contaminan el medio físico y biológico del municipio. Además, se identificaron 29 impactos negativos y 19 positivos, los negativos en su mayoría (49%) son de intensidad baja.
6. Se redactó una propuesta de plan de manejo para los residuos y desechos sólidos generados en el casco urbano, la cual incluye tres programas dirigidos hacia la implementación de la gestión integrada, regular el uso de los productos de un solo uso, y educación ambiental para propiciar un cambio de cultura en la población orientada hacia el cuidado del medio ambiente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar los desechos sólidos orgánicos y recuperables, que se generan en el área urbana del municipio de Chicacao, Suchitepéquez para la producción de abono orgánico y venta de materiales reciclables.
2. Diseñar e implementar una planta de tratamiento para los residuos y desechos sólidos generados en el área urbana de Chicacao, Suchitepéquez con base a los datos proporcionados en la presente investigación.
3. La creación y aprobación de un acuerdo municipal que prohíba el uso de productos de un solo uso, tales como bolsas plásticas, cubiertos, vasos, platos, pañales desechables, etc. debido a que son los desechos más contaminantes y que más (42%) se encuentran en el área urbana de Chicacao.
4. Implementar un programa de educación ambiental para niños, jóvenes, adultos en las escuelas, colegios y viviendas, para sensibilizar a la población sobre la contaminación que generan los residuos y desechos sólidos y así reducir la cantidad generada.
5. Realizar jornadas de reciclaje con centro de acopio para la venta de materiales, así mismo motivar a las personas a que reciclen y reduzcan la contaminación por residuos y desechos sólidos.
6. Capacitar a la población para que realicen una previa clasificación en sus hogares y puedan beneficiarse económicamente con la producción de abono orgánico y ciertos materiales reciclables.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abellán, M. 2006. La evaluación del impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales. Castilla la Mancha. (Documento en línea). Consultado el 3 de julio de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=uYkQp1MGSH0C&dq=La+evaluaci%C3%B3n+del+impacto+ambiental+de+proyectos+y+actividades+agroforestales.&hl=es&source=gbs_navlinks_s
2. ArcGIS, 2018. Imagen satelital de plataforma ArcGIS. EEUU.
3. Ayala, P. 2007. Estudios en homenaje al profesor Pérez de Ayala. Madrid, Editorial Dykinson. (Documento en línea). Consultado el 25 de febrero de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=gYrTx9dbIHAC&dq=Estudios+en+homenaje+al+profesor+P%C3%A9rez+de+Ayala&hl=es&source=gbs_navlinks_s
4. Bembibre, C. 2011. Definición de desechos sólidos. (En línea). Consultado el 26 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/desechos-solidos.php>
5. Castells, X. E. 2000. Reciclaje de residuos industriales. Madrid, Díaz de Santos. S. A. (Documento en línea). Consultado el 2 de marzo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=oA7ndthNMYQC&dq=reciclaje+de+residuos+industriales+Castells&hl=es&source=gbs_navlinks_s
6. Castells, X. E. 2012. Reciclaje de residuos industriales. Madrid, Diaz de Santos. S. A. (Documento en línea). Consultado el 2 de marzo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=8yWSZEBqSXgC&dq=residuo+s+solido+s&hl=es&source=gbs_navlinks_s

7. Cerón, G. C. 2005. Economía aplicada a la valoración de impactos ambientales. Colombia. Universidad de Caldas. (Documento en línea). Consultado el 6 de julio de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=C2ZC1nSEr70C&dq=Econom%C3%ADa+aplicada+a+la+valoraci%C3%B3n+de+impactos+ambientales.+Colombia&hl=es&source=gbs_navlinks_s
8. Domenech, J. M. 1999. Métodos estadísticos en ciencia de la salud. Barcelona. Ediciones RIALP.
9. Duarte, F. A. 2008. Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario. (Documento en línea). Consultado el 11 de junio de 2018. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3031_C.pdf
10. Enríquez, T. A. 2009. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del condominio villa de las mesetas, San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez. Guatemala. (Documento en línea). Consultado el 14 de julio de 2018. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2995_C.pdf
11. Euformación, Consultores, S. L. 2017. Recogida y Transporte de Residuos Urbanos o Municipales. SEAG0108. Málaga, IC Editorial. (Documento en línea). Consultado el 10 de marzo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=8QpADwAAQBAJ&dq=Recogida+y+Transporte+de+Residuos+Urbanos+o+Municipales&hl=es&source=gbs_navlinks_s
12. Ferrer, A. De Residuo a Recurso El Camino Hacia la Sostenibilidad. Paraninfo (En línea). Consultado el 3 de mayo de 2018. Disponible en: <https://ent.cat/publicat-el-llibre-de-residuo-a-recurso-el-camino-hacia-la-sostenibilidad/?lang=es>

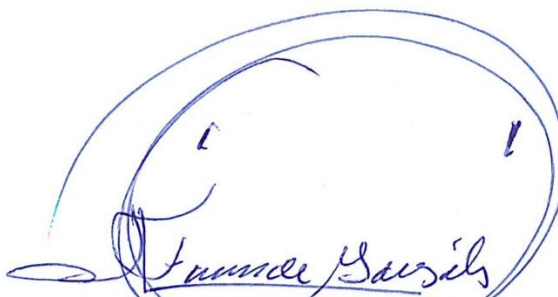
13. Gardey, A; Pérez, J. 2012. Materia orgánica. (En línea). Consultado el 4 de junio de 2018. Disponible en: <http://definicion.de/materia-organica/>
14. Glynn, J. H; Heinke, W. 1999. Ingeniería ambiental. México. Pearson Educación. (Documento en línea). Consultado el 6 de marzo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=ToQmAKnPpzlC&dq=Ingenier%C3%Ada+ambiental.+M%C3%A9xico&hl=es&source=gbs_navlinks_s
15. Gómez, D; Gómez, T. 2013. Evaluación de impacto ambiental. Costa Rica Mundi-prensa. (Documento en línea). Consultado el 23 de julio de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=9VOuAwAAQBAJ&dq=Evaluaci%C3%B3n+de+impacto+ambiental&hl=es&source=gbs_navlinks_s
16. Gómez, I. C. 2000. Saneamiento Ambiental. Costa Rica. EUNED. (Documento en línea). Consultado el 4 de marzo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=lsgrGBGIGeMC&dq=Saneamiento+Ambiental&hl=es&source=gbs_navlinks_s
17. Heredia, S. 2012. Definición de residuo sólido. (En línea). Consultado el 5 de marzo de 2018. Disponible en: <http://www.monografias.com/residuos-solidos.shtml>
18. INE (Instituto Nacional de Estadística). 2015. "XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002". Guatemala. Disco compacto. 9,764.
19. INE. (Instituto Nacional de Estadística). 2002. XI Censo de población y XI de habitación. (Documento en línea). Consultado el 5 de marzo de 2018. Disponible en: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>

20. Instituto de Incidencia Ambiental. 2003. Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. (Documento en línea). Consultado el 27 de julio de 2018. Disponible en: https://www.sintet.net/images/bliblioteca_digital/desechos_solidos_en_guatemala.pdf
21. Internacional-Avina, C. 2012. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ecuador. (Documento en línea). Consultado el 5 de marzo de 2018. Disponible en: http://www.avina.net/avina//wp-content/uploads/2013/03/MODULO_9%K.pdf
22. Jiménez, B. E. 2001. La contaminación ambiental en México. México, D.F. Limusa. (Documento en línea). Consultado el 6 de marzo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=8MVxlyJGokIC&dq=La+contaminaci%C3%B3n+ambiental+en+M%C3%A9xico&hl=es&source=gbs_navlinks_s
23. MAGA. (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2006. Shapes proporcionados por el MAGA para software ArcGIS. Guatemala.
24. MARN. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Manual para determinar el estado de gestión de los desechos sólidos y el agua a nivel local en la república de Guatemala.
25. Navarro, A. 2018. Introducción al diseño y análisis del muestreo de poblaciones finitas. (Documento en línea). Consultado el 2 de agosto de 2018. Disponible en: https://www.academia.edu/15686248/I._DISE%C3%91O_Y_ANALISIS_DEL_MUESTREO
26. Pardo, M. 2002. La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI. Fundamentos. (Documento en línea). Consultado el 5 de agosto de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=_4SJ5ADAvAEC&d

q=La+evaluaci%C3%B3n+del+impacto+ambiental+y+social+para+el+siglo+XXI&hl=es&source=gbs_navlinks_s

27. Peñalver, N. D. 2000. Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona. Barcelona: Edición Universitaria. Barcelona. (Documento en línea). Consultado el 8 de marzo de 2018. Disponible en:https://books.google.com.gt/books?id=ye2OActcw2MC&dq=Manual+de+gesti%C3%B3n+de+los+residuos+especiales+de+la+Universidad+de+Barcelona&hl=es&source=gbs_navlinks_s
28. Ponce. V. M. 2008. La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental. (En línea). Consultado el 5 de agosto de 2018. Disponible en: http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html
29. Ronquillo, J. 2016. Métodos de evaluación de Impacto ambiental.
30. Sánchez, D. 2013. Diferencia entre basura orgánica y basura inorgánica. (En línea). Consultado el 10 de marzo de 2018. Disponible en: <https://www.diferencia-entre.com/diferencia-entre-basura-organica-ybasura-inorganica/>
31. Sánchez, P. C. 2001. Comercio internacional de residuos peligrosos. Valencia. (Documento en línea). Consultado el 12 de marzo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.gt/books?id=22K1tuuFDWAC&hl=es&source=gbs_navlinks_s
32. Scioli, D. 2012. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Costa Rica.
33. SEGEPLAN. 2016. PDM. 2017-2032. Guatemala. (Documento en línea). Consultado el 16 de julio de 2018. Disponible en: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/9740.pdf>

34. SEGEPLAN. MARN. 2018. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales). Zonas de vida y clima de Chicacao, Suchitepéquez. (Documento en línea). Consultado el 20 de agosto de 2018. Disponible en: www.marn.gov.gt
35. Tamez, C. 2003. Manual de Ecología Básica y de Educación Ambiental. México. (Documento en línea). Consultado el 15 de marzo de 2018. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rbr1aOZcUIUJ:www.aipral.net/es/recursos/category/8-materiales-xii%3Fdownload%3D38:caambioclimático%20+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=gt>
36. USAC & Facultad de Ingeniería. 2011. Manual de Estadística Descriptiva. Guatemala. (Documento en línea). Consultado el 27 abril de 2018. Disponible en: http://estadistica.ingenieria.usac.edu.gt/file.php/1/Manual_E1_PDF.pdf
37. Venemedia. 2016. Desechos sólidos. (En línea). Consultado el 15 de mayo de 2018. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/desechos/solidos>.
38. Zamora, M. C. 2003. Estadística Descriptiva e Inferencial. San Martín de Porras - Lima, Perpu.: MOSHERA S.R.L. (Documento en línea). Consultado el 17 de marzo de 2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jhonyfern/estadística-descriptiva-e-inferencial-manuel-cordova-zamora-1>



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



IX. ANEXOS

9.1 Anexo 1 Gráficas y figuras tomadas durante las actividades de caracterización de residuos y desechos sólidos

Figura 16. Composición de desechos sólidos domiciliarios

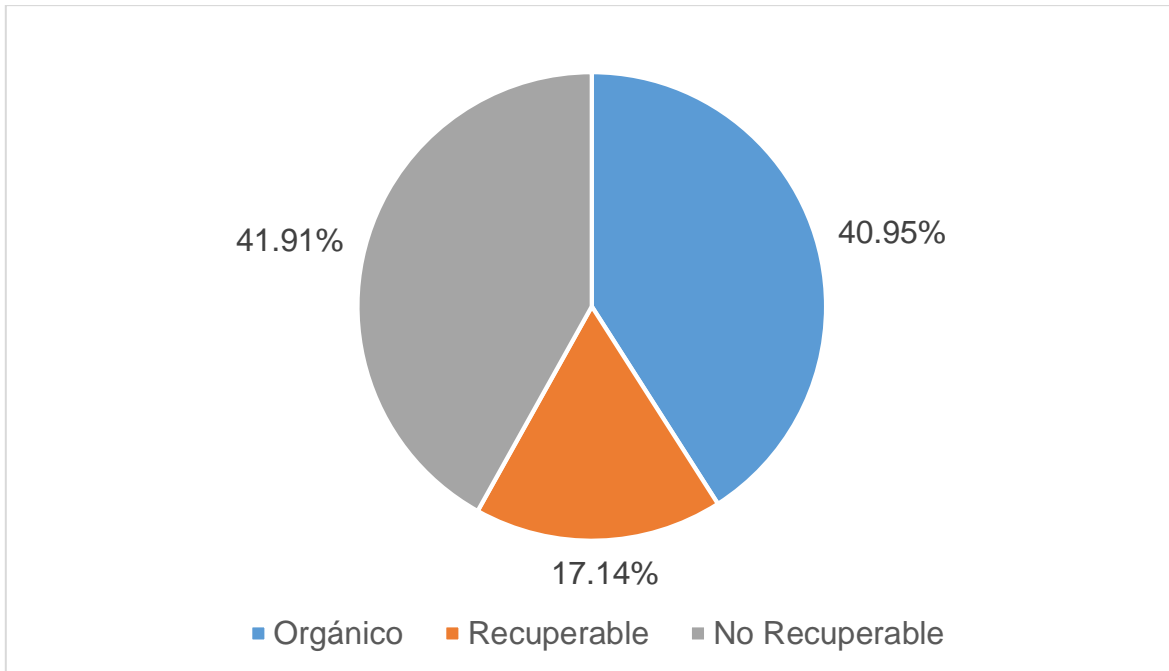


Figura 17. Composición de desechos sólidos del mercado municipal

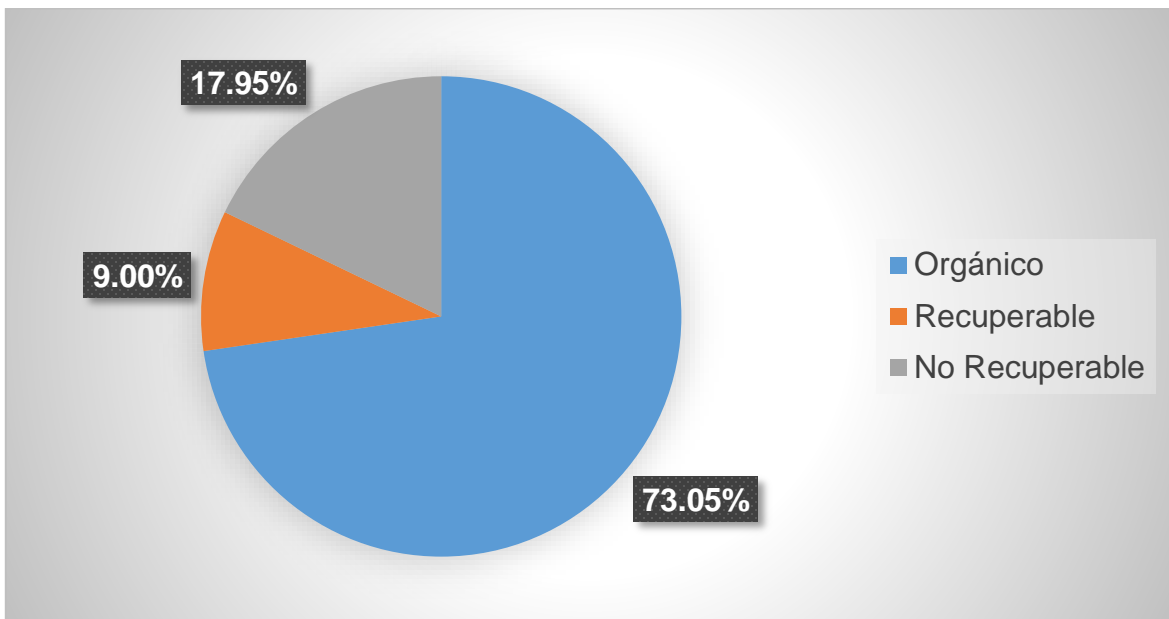


Figura 18. Composición de desechos sólidos de las vías públicas

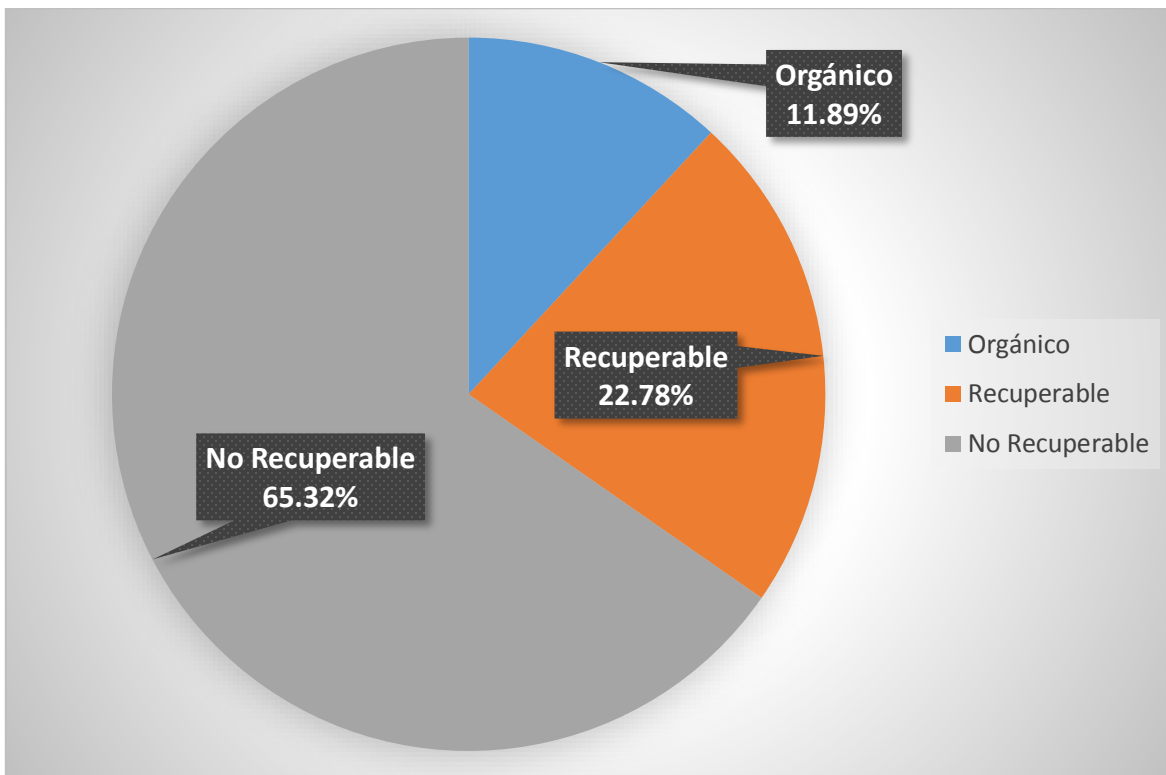


Figura 19. Composición general de desechos sólidos

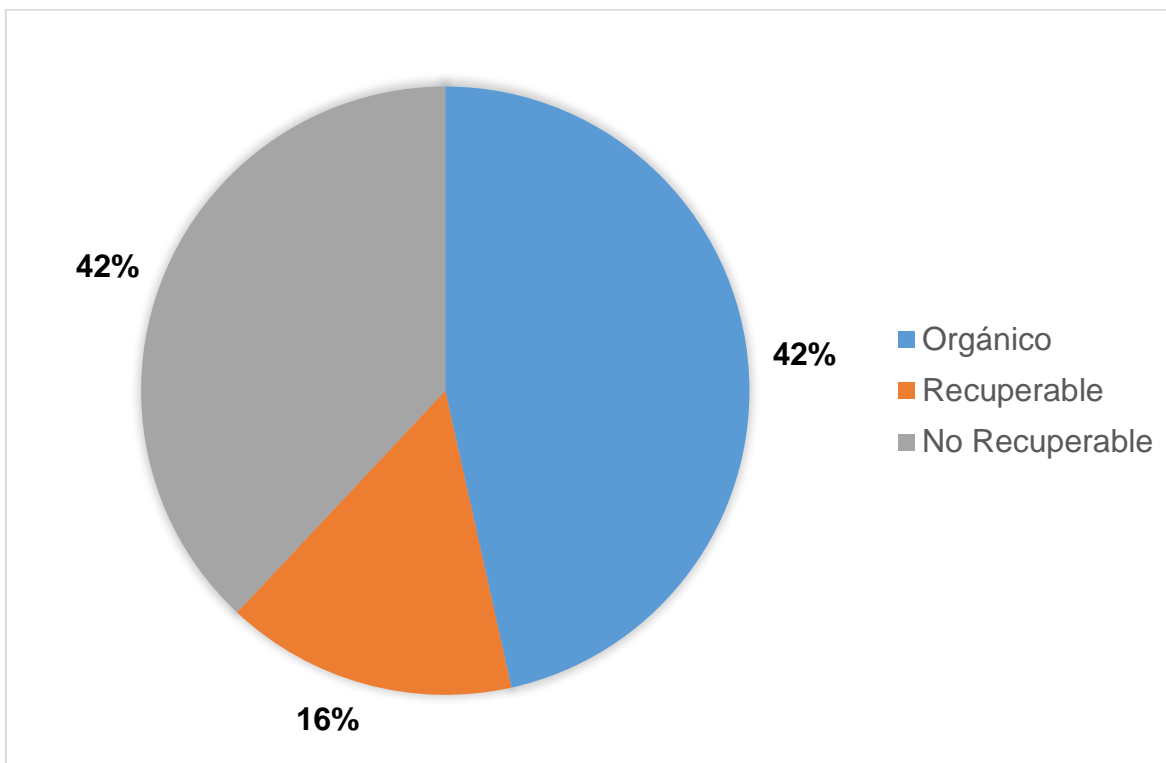


Figura 20. Selección de vivienda



Figura 21. Desechos generados en el mercado municipal.



Figura 22. Desechos dispuestos en la vía pública.



Figura 23. Recolección de residuos y desechos sólidos



Figura 24. Traslado de residuos y desechos sólidos



Figura 25. Residuos y desechos sólidos domiciliarios



Figura 26. Pesaje total de los residuos y desechos sólidos



Figura 27. Clasificación de los residuos y desechos sólidos



Figura 28. Peso volumétrico de los residuos y desechos sólidos parte 1



Figura 29. Peso volumétrico de los residuos y desechos sólidos parte 2



Figura 30. Peso volumétrico de los residuos y desechos sólidos parte 3



9.2 Anexo 2

Propuesta de plan para la Gestión Integrada de Residuos y Desechos Sólidos (GIRDS)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**Plan para la gestión integrada de residuos y desechos sólidos del
casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.**

Mynor Estuardo Gómez Villatoro
Carné: 201341411

Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre de 2019

INDICE GENERAL

Contenido	pagina
I. Introducción.....	1
II. Objetivos	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
III. Definición de Términos	3
3.1 Caracterización de desechos sólidos.....	3
3.2 Manejo integral de los desechos sólidos.....	3
3.3 Tratamiento	3
3.4 Recuperación	3
3.5 Relleno sanitario o vertedero controlado.....	4
3.6 Compostaje	4
3.7 Lagunas de estabilización de lixiviados	5
3.8 Planta de tratamiento de desechos sólidos.....	5
IV. Marco Legal de la Gestión de los Desechos Sólidos en Guatemala	6
4.1.1 Constitución Política de la República de Guatemala	6
4.1.2 Decreto Número 12-2002 Código Municipal	6
4.1.3 Código de Salud (Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala).....	7
V. PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS	8
5.1 Proyecciones para el año 2039	8
VI. Programas y estrategias de ejecución	9
6.1 Gestión integrada de residuos y desechos sólidos.	9
6.1.1 Objetivo	9
6.1.2 Descripción.....	9
6.1.3 Cronograma de actividades.....	9
6.2 Acuerdo municipal para la prohibición de duroport, pajillas, bolsas plásticas y materiales de un solo uso.	11
6.2.1 Objetivo	11

6.2.2 Descripción.....	11
6.2.3 Recurso humano requerido	11
6.2.4 Cronograma de actividades.....	11
6.3 Educación ambiental	12
6.3.1 Objetivo	12
6.3.2 Descripción.....	12
6.3.3 Recursos	12
6.3.4 Cronograma de actividades.....	13
VII. Conclusiones	14
VIII.Recomendaciones	15
IX. Bibliografía	16

I. Introducción

La presente propuesta es un instrumento generado con el propósito de contribuir a la mejora de la gestión de residuos y desechos dentro del casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez; con su ejecución se pretende eliminar los impactos ambientales negativos provocados por el manejo actual y prevenir futuros para la protección de los recursos naturales del municipio y la mejora de la calidad de vida de la población.

El plan presenta tres programas encaminadas a la implementación de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos dentro del territorio, además de la creación y aprobación del marco legal que regule el uso de artículos de un solo uso, como bolsa plástica, duroport, entre otros, y por último un programa de educación ambiental para sensibilizar a la población y generar un cambio de cultura dirigido hacia el cuidado y protección del medio ambiente.

Se propone la ejecución del plan en dos años, y algunas de las estrategias planteadas incluyen el mejoramiento del servicio de tren de aseo, el cual actualmente tiene una cobertura del 19%, la aprobación del reglamento de manejo de residuos y desechos sólidos para el municipio, construcción de una planta de tratamiento, creación de un centro de acopio para el material reciclable, sensibilizar a toda la población, desde los niños en las escuelas hasta los adultos, sobre la problemática ambiental, y la importancia del manejo adecuado de los desechos sólidos.

Es importante recalcar que para el éxito de la presente propuesta es necesario que las autoridades municipales se involucren apoyando y proporcionando a la unidad de gestión ambiental todos los insumos y recursos necesarios para poder llevarlo a cabo, además del involucramiento de la sociedad civil, quienes son los actores principales dentro de todo el proceso.

II. **Objetivos**

2.1 **Objetivo general**

Contribuir a la mejora de la gestión de residuos y desechos sólidos en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.

2.2 **Objetivos específicos**

2.2.1 Determinar los programas orientados a la implementación de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos dentro del municipio.

2.2.2 Identificar estrategias de mejora en cada fase de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos.

III. Definición de Términos

3.1 Caracterización de desechos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos urbanos son parámetros muy importantes para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos, por ello se debe poner especial atención a este parámetro desde la selección de la muestra hasta su análisis estadístico. Propendiendo a ciudades de calidad considerando normalizar la escala suficiente del hábito saludable; haciendo que la comunidad haga parte activa interviniendo en su sector, generando condiciones de aprovechamiento e higiene deseable y que hagan sostenible el crecimiento de la ciudad (Toledo, 2010).

3.2 Manejo integral de los desechos sólidos

Según Mijangos, N. (2002). El manejo integral de los desechos sólidos se refiere al conjunto de operaciones encaminada a dar a los residuos producidos en una zona un destino más adecuado desde el punto de vista ambiental y a través de toar en cuenta sus características físicas. Debe contemplar:

3.3 Tratamiento

Estas operaciones destinadas a realizar la transformación de los residuos en las mejores condiciones de higiene y de protección del medio ambiente. Los sistemas más utilizados son el vertedero controlado, el reciclado y el compostaje. No se contempla aquí los botaderos incontrolados como un tratamiento sino como un abandono de los desechos. (Mijangos N. 2002).

3.4 Recuperación

Se refiere a la recuperación de forma directa o indirecta de los componentes que contienen los residuos sólidos. La recuperación puede dividirse en dos categorías que se describen a continuación: reutilización es el rehúso directo de un producto o material que se ha limpiado (botellas y envases, cajas de cartón), reparado o vuelto a armar; reciclaje es el proceso mediante el cual los desechos se incorporan al

proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición similar (Mijangos N. 2002).

3.5 Relleno sanitario o vertedero controlado

Es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica al ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, compactándola para reducir su volumen y cubriéndola del ambiente exterior (Mijangos N. 2002).

Los criterios de acceso, distancia de amortiguamiento, cercado, excavación de zanjas, pendientes, manejo de lixiviado, procedimientos de vigilancia y operación, son aspectos que deben considerarse en el diseño de un relleno sanitario. Idealmente un predio destinado al relleno sanitario debe encontrarse en terrenos de bajo costo, dentro de una distancia de transporte económica, contar con acceso todo el año y estar al menos a 1,500 metros en la dirección del viento respecto a sus vecinos residenciales y comerciales. (Glynn, 1999).

El área debe estar razonablemente despejada, nivelada y bien drenada, con capacidad para no menos de unos tres años de uso antes que se haga realidad su futuro papel como espacio "al aire libre". Es deseable un suelo con baja permeabilidad, muy por encima del nivel freático. La elección final del predio no debe hacerse sin ninguna investigación hidrogeológica detallada. La preparación del terreno implica cercarlo, nivelarlo, apilar material para la cubierta (Glynn, 1999).

3.6 Compostaje

Consiste en la conservación en abono de los residuos orgánicos. Se realiza a partir de la descomposición aerobia de la materia por acción de microorganismos, principalmente por bacterias y hongos para formar un material estable y rico en nutrientes, similar al humus. Durante la descomposición el abono alcanza temperaturas aproximadas de 60°C, las cuales se deben mantener al menos por

tres días para destruir los microorganismos patógenos. Uno de los procesos más comunes de materia orgánica es el “Compostaje por cámaras ventiladas” (COCAVENT), que requiere poca mecanización. (Glynn, J 1999)

El compostaje se desarrolla en dos etapas de tres meses cada una para asegurar suficiente homogeneidad en la biodegradación, con solamente un volteo intermedio de una cámara a otra (de la primera a la segunda etapa) después de tres meses de procesamiento. Una vez completada la segunda etapa, en un período de tiempo similar, estas cámaras se vacían descargando el material compostado al patio de maduración/almacenaje para su tamizado, triturado y empaque. El material resultante del proceso, llamado compost, no es enteramente un abono, aunque contiene nutrientes, es mejor como un regenerador orgánico del terreno, razón por la que se le ha denominado abono orgánico. (Glynn, J 1999)

3.7 Lagunas de estabilización de lixiviados

El lixiviado es el líquido contaminado que drena de un relleno sanitario varía ampliamente en cuanto a su descomposición según la antigüedad del relleno y del tipo de residuos que contiene. Glynn, J. (1999)

En las lagunas de estabilización se brinda tratamiento a los lixiviados y puede ser aerobio o anaerobio. El primero se recomienda para rellenos jóvenes, es decir de dos a cinco años de antigüedad y el segundo para instalaciones más antiguas, éste presenta las ventajas de menor producción de lodos, menores necesidades de energía y costos más bajos (Jaramillo, J. 2002).

3.8 Planta de tratamiento de desechos sólidos

Es el conjunto de operaciones, proceso o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente. (Contreras, 2011).

IV. **Marco Legal de la Gestión de los Desechos Sólidos en Guatemala**

A continuación, se presenta el marco legal que rige a la República de Guatemala sobre el medio ambiente y la generación de residuos desechos sólidos.

4.1.1 **Constitución Política de la República de Guatemala**

ARTÍCULO 97. MEDIO AMBIENTE Y EQUILIBRIO ECOLÓGICO. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y el agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

ARTÍCULO 119. OBLIGACIONES DEL ESTADO. Son obligaciones fundamentales del Estado: inciso c) Adoptar medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

4.1.2 **Decreto Número 12-2002 Código Municipal**

ARTÍCULO 68. COMPETENCIAS PROPIAS DEL MUNICIPIO. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios y son las siguientes:

a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato.

l) Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio.

ARTÍCULO 150. FALTAS. Serán sancionadas las faltas que estén expresamente consignadas en las ordenanzas, reglamentos, acuerdos y disposiciones municipales, que tengan que observar los vecinos, transeúntes y personas jurídicas en la circunscripción municipal de que se trate.

Las multas se graduarán entre un mínimo de cincuenta quetzales (Q.50.00), a un máximo de quinientos mil quetzales (Q.500, 000.00), según la naturaleza y gravedad de la falta. Sin embargo, cuando la gravedad de la falta afecte notoriamente los intereses del municipio, el monto del rango superior de la sanción podrá elevarse al cien por ciento del daño causado.

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

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

ARTÍCULO 72. PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS AMBIENTALES: El Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, las Municipalidades y la comunidad organizada con todas las instancias apropiadas, sean públicas o privadas, promoverán el desarrollo de programas de cuidado personal y de reducción de riesgos a la salud vinculados con desequilibrios ambientales, y ocasionados por contaminantes químicos, físicos o biológicos.

V. PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

A continuación, se muestran las proyecciones de los residuos y desechos sólidos que se generaran durante los próximos 20 años según los resultados de la caracterización del área urbana del municipio de Chicacao, Suchitepéquez.

5.1 Proyecciones para el año 2039

Cuadro No. 1 Proyecciones de residuos y desechos sólidos generados en 20 años para el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez.

año	población del casco urbano	PPC	cantidad kg al día	cantidad kg al mes	cantidad kg al año
2018	15333	0.42	6439.86	193195.80	2350548.90
2019	15689	0.47	7373.70	221211.03	2691400.88
2020	16053	0.52	8347.41	250422.18	3055150.63
2021	16425	0.57	9362.32	280869.67	3417247.62
2022	16806	0.62	10419.84	312595.13	3803240.73
2023	17196	0.67	11521.38	345641.48	4205304.62
2024	17595	0.72	12668.43	380052.92	4636645.65
2025	18003	0.77	13862.50	415875.02	5059812.76
2026	18421	0.82	15105.16	453154.71	5513382.26
2027	18848	0.87	16398.01	491940.33	5985273.99
2028	19286	0.92	17742.72	532281.70	6493836.70
2029	19733	0.97	19141.00	574230.12	6986466.49
2030	20191	1.02	20594.62	617838.46	7517034.60
2031	20659	1.07	22105.37	663161.15	8068460.68
2032	21139	1.12	23675.14	710254.27	8665102.10
2033	21629	1.17	25305.85	759175.57	9236636.10
2034	22131	1.22	26999.48	809984.53	9854811.79
2035	22644	1.27	28758.08	862742.41	10496699.30
2036	23170	1.32	30583.74	917512.29	11193649.88
2037	23707	1.37	32478.64	974359.12	11854702.65
2038	24257	1.42	34444.99	1033349.81	12572422.70
2039	24820	1.47	36485.11	1094553.23	13317064.27

Para el cálculo de las proyecciones se tomó en cuenta la producción per cápita (PPC) calculada en el documento “La gestión integrada de residuos y desechos sólidos como estrategia para la prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez” en el 2018 y un incremento del 0.05 kg anuales, según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

VI. Programas y estrategias de ejecución

El manejo inadecuado de los desechos sólidos es uno de los problemas ambientales urbanos más severos, se agrava por la deficiente recolección, el inadecuado destino final, la poca disposición de pago por el servicio, el escaso conocimiento y aplicación para separar la basura de todo el material reciclable y reusable.

6.1 Gestión integrada de residuos y desechos sólidos.

6.1.1 Objetivo

Orientar la implementación de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos en el casco urbano del municipio de Chicacao, Suchitepéquez.

6.1.2 Descripción

Se le conoce como gestión integrada de residuos y desechos sólidos a todo el proceso que engloba las actividades necesarias para hacerse cargo de un residuo y desecho. La gestión integrada comienza con la recolección de los mismos, su transporte hacia el área donde se les brindara un tratamiento. Este tratamiento puede ser el aprovechamiento del residuo o su eliminación.

6.1.3 Cronograma de actividades

No.	Acciones	Actividades	Objetivos	Fecha de realización			
				año 2019		año 2020	
				enero-junio	julio-dic	enero-junio	julio-dic
1	Generación	Reglamento municipal para la el manejo de los desechos sólidos.	Minimizar la contaminación ambiental y generar ingresos económicos para el mantenimiento del manejo de los residuos y desechos sólidos				
		Reuniones con los COCODE de los diferentes sectores del municipio de Chicacao sobre la generación de residuos y desechos sólidos.	Participación en el plan de manejo, mediante consultas y criterios para beneficios social, económicos, salud y ambiental.				
		Promover la separación de los residuos y desechos sólidos en las fuentes de generación.	Reducir los volúmenes de desechos a transportar para su disposición final.				
		Implementar la regla de las tres erres (3R) reducir, reutilizar y reciclar.	Reducir la generación de desechos para que las personas sean consumidores responsables.				

No.	Acciones	Actividades	Objetivos	Fecha de realización			
				año 2019		año 2020	
				enero-junio	julio-dic	enero-junio	julio-dic
2	Recolección y transporte	Capacitación al servicio de tren de aseo	Mejorar los métodos de manipulación y recolección de los residuos y desechos sólidos.				
		Normativo sobre el uso del equipo de protección personal.	Cumplir con las leyes nacionales de seguridad y protección humana.				
		Distribuir recipientes por el casco urbano para clasificar los residuos y desechos sólidos.	Minimizar costos de clasificación de los desechos sólidos.				
		Diseñar un horario específico y nueva ruta del servicio de tren de aseo	Incrementar la cobertura del servicio y abarcar el área todas la calles y viviendas del casco urbano.				
		Implementar la recolección de un tipo de desechos (orgánico, recuperable y no recuperable) por día.	Evitar la mezcla de los residuos y desechos sólidos para su traslado.				
		Sensibilizar y a la población sobre la importancias del servicio de tren de aseo y su utilización.	Disminuir la contaminación de los botaderos no autorizados.				
3	Tratamiento	Capacitar a la población con asesoría profesional, sobre el aprovechamiento de los desechos orgánicos y reciclables.	Producción de abono orgánico y venta de materiales reciclables.				
		Establecer centro de acopio para el reciclaje de los desechos recuperables en lugares accesibles.	Clasificar y almacenar los residuos de manera eficiente y segura para la venta.				
		Construcción de cámaras de compostaje para la producción de abono orgánico.	Que las personas generen su propio compostaje que beneficie a las plantaciones y la economía.				
4	Disposición final	Implementación de una planta de tratamiento para los residuos y desechos sólidos.	Brindar el tratamiento y disposición final adecuado a los residuos y desechos sólidos clasificados.				
		Construcción de un relleno sanitario.	Aislar y evitar la contaminación del suelo que perjudica el medio ambiente y los peligros para la salud y seguridad pública.				

6.2 Acuerdo municipal para la prohibición de duroport, pajillas, bolsas plásticas y materiales de un solo uso.

6.2.1 Objetivo

Aprobar y aplicar un acuerdo municipal para prohibir la compra y venta de materiales de un solo uso, como el duroport, pajillas y bolsas plásticas dentro del municipio.

6.2.2 Descripción

Un acuerdo municipal es un acto jurídico de carácter general, es la decisión tomada en común por dos o más personas, o por una junta asamblea o tribunal. También se denomina así a un pacto, tratado, convenio, convención o resolución tomada en el seno de una institución.

Se pretende con este programa reducir la cantidad de material no recuperable, el cual asciende al 42% del total generado por la población.

6.2.3 Recurso humano requerido

- Concejo municipal de Chicacao.
- Concejal de medio ambiental.
- Delegado de la Unidad de Gestión ambiental municipal (UGAM).

6.2.4 Cronograma de actividades.

No.	Actividades	Objetivos	Fecha de realización			
			año 2019		año 2020	
			enero-junio	julio-dic	enero-junio	julio-dic
1	Diseñar y aprobar el acuerdo municipal para la prohibición de plásticos.	Crear un acuerdo para prohibir la comercialización de plásticos dentro del municipio.				
2	Informar a la población y a los comercios sobre el acuerdo municipal	Hacer público el acuerdo municipal para que la población esté enterada.				
3	Aplicar el acuerdo municipal sobre la prohibición de plásticos.	Reducir la contaminación ambiental generada por los productos plásticos de un solo uso.				

6.3 Educación ambiental

6.3.1 Objetivo

Generar un cambio de cultura orientado hacia el cuidado del medio ambiente en la población del municipio de Chicacao, Suchitepéquez.

6.3.2 Descripción

El programa consiste en brindar charlas educativas y capacitaciones a los pobladores del municipio, desde los más pequeños, en las escuelas, hasta los adultos, con el propósito de sensibilizar sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y así lograr mejorar su calidad de vida y al mismo tiempo proteger los recursos del municipio. Se pretende que la población desde sus hogares maneje de forma adecuada los desechos que generan, y al mismo tiempo se reduzca la cantidad de desechos no reciclables en el municipio.

6.3.3 Recursos

- Expositor
- Equipo audiovisual
- Salón de exposición
- Sillas
- Mesa

6.3.4 Cronograma de actividades.

No.	Actividades	Objetivos	Fecha de realización			
			año 2019		año 2020	
			enero-junio	julio-dic	enero-junio	julio-dic
1	Planificar programas de educación ambiental dirigido a los centros educativos y la población del área urbana del municipio sobre el calentamiento global, gases de efecto invernadero y la contaminación de los recursos naturales por residuos y desechos sólidos.	Capacitar a la población sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.				
No.	Actividades	Objetivos	Fecha de realización			
			año 2019		año 2020	
			enero-junio	julio-dic	enero-junio	julio-dic
2	Involucrar a los líderes comunitarios para sensibilizar a la población sobre con charlas educativas sobre las prácticas adecuadas para el manejo y aprovechamiento de los desechos sólidos.	Lograr la participación comunitaria y mejorar las conductas respecto a las actividades y acciones que promoverán el cambio gradual de hábitos y actitudes.				
3	Realizar proyectos en las comunidades sobre la clasificación de los residuos y desechos sólidos, los plásticos y la producción de abono orgánico domiciliar.	Capacitar a la población sobre cómo se clasifican los residuos y desechos sólidos, el tipo de tratamiento que se les puede brindar y el aprovechamiento de cada uno de ellos.				

VII. Conclusiones

1. El municipio de Chicacao, actualmente no cuenta con un eficiente manejo de los desechos sólidos tanto domiciliarios como del mercado municipal y vías públicas. Por ende, se ha elaborado un plan para la gestión integral de residuos y desechos sólidos dirigido para el área urbana del municipio con el fin de brindarle una solución a la problemática.
2. En la actualidad el área urbana del municipio de Chicacao, no posee un adecuado servicio de tren de aseo y tampoco una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, ocasionando que los pobladores de Chicacao depositen los desechos en diferentes puntos del casco urbano, generando botaderos no autorizados que provocan contaminación ambiental y riesgos a la salud humana.
3. En el presente plan para la gestión integrada de residuos y desechos sólidos, se brindan líneas de acción para el manejo de ellos, principalmente con actividades en las fases de generación, recolección, transporte y disposición final, con el objetivo de solucionar los problemas que generan los desechos del área urbana de Chicacao, Suchitepéquez.

VIII. Recomendaciones

1. Implementar programas de educación ambiental sobre la recolección y disposición final, la reducción de la generación, la recuperación y rehusó de los residuos sólidos por parte de los actores, autoridades, productores, generadores, y especialmente la comunidad.
2. Mediante la implementación de educación ambiental se puede reducir los costos de barrido y lograr una mejor separación de los residuos, pudiendo ser económicamente factible invertir en educación.
3. Capacitar al personal del servicio de tren de aseo de la municipalidad en temas relacionados a planificación del manejo de los residuos sólidos, participación, monitoreo, vigilancia y evaluación.
4. Para una separación exitosa lo ideal es tener puntos de acopio de residuos en las áreas de producción con el fin de realizar una clasificación en la fuente y que los residuos orgánicos no se clasifiquen inadecuadamente y que por accidente se separen con residuos de plástico, metales o sustancias químicas; ya que esto alteraría la calidad del residuo orgánico que se desea aprovechar.
5. Los residuos orgánicos pueden tener un aprovechamiento ambientalmente adecuado, si son sometidos a un proceso de biodegradación biológica o compostaje.
6. Construcción de una planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, un vertedero autorizado que cumpla con los requisitos legales al igual que una laguna de estabilización de lixiviados.

IX. Bibliografía

1. Contreras, J. M. (2011). Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá. Colombia.
2. Henry, J. G. (1999). Ingeniería Ambiental. México: Pearson Educación.
3. Jaramillo. J. 2002. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Colombia. Universidad de Antioquía. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 303 p.
4. Mijangos, N. 2002. Manejo integral de desechos sólidos del Complejo de Parques del Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA): Acuático Xocomil, Vacacional Tzampotitlán y Temático Xetulul ubicados en San Martín Zapotitlán. Fase I: Caracterización y Ordenamiento del Manejo de Desechos Sólidos. Tesis de Maestría en Estudios Ambientales. Guatemala. Gt. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades. 121 p.
5. Toledo, R. D. (2010). Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, urbano residencial. México.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Mazatenango, Suchitepéquez, 31 de mayo de 2019.

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

Respetable Maestra Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para presentarle el Informe Final de Investigación Inferencial titulado **“La gestión integrada de residuos y desechos sólidos como estrategia para la prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano de Chicacao, Suchitepéquez”**, realizado por el estudiante Mynor Estuardo Gómez Villatoro, quien se identifica con número de carné 201341411, dentro del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local – EPSIGAL-.

Este documento se presenta para que de acuerdo con el artículo 6, inciso 6.4 del Normativo de Trabajo de Graduación, pueda a través de sus buenos oficios darse el procedimiento para poder ser considerado como **Trabajo de Graduación**, para la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local

Sin otro en particular, con mis más altas muestras de estima y respeto.

Atentamente,

MSc. Sharon Ivelisse Frisselene Quiñónez Melgar
Supervisora EPSIGAL
CUNSUROC



Karen Pérez C
31/05/19



Mazatenango 31 de mayo de 2019

MSc. Karen Rebeca Pérez
Docente
Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Respetable Maestra Pérez:

Respetuosamente me dirijo a usted para nombrarle en base al **Artículo 8** del normativo del Trabajo de Graduación como revisor del trabajo elegido por el estudiante como Trabajo de Graduación.

Adjunto a la presente se le entrega el informe final de la investigación titulada "**La gestión integrada de residuos y desechos sólidos como estrategia de prevención de impactos ambientales negativos en el casco urbano de Chicacao, Suchitupéquez**", presentado por el estudiante **Mynor Estuardo Gómez Villatoro, carné 201341411**, documento que forma parte del Programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Agradeciendo su apoyo en el proceso de graduación de nuestros estudiantes.

Atentamente,

Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



Mazatenango 10 de octubre 2019

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "**La Gestión Integrada de Residuos y Desechos Sólidos como Estrategia para la Prevención de Impactos Ambientales negativos en el casco urbano de Chicacao, Suchitepequez**", del estudiante **Mynor Estuardo Gómez Villatoro** con carné número **201341411**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

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

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

Sin otro particular

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






UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO


CUNSUROC/USAC-I-05-2019

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el veintinueve de octubre dos mil diecinueve_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: **“LA GESTIÓN INTEGRADA DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS COMO ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS EN EL CASCO URBANO DE CHICACAO, SUCHITEPÉQUEZ”** del estudiante: **Mynor Estuardo Gómez Villatoro**, Carné 201341411 CUI: 2188 74987 1001 de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Guillermo Vinicio Tello
Director



/gris