

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE –CUNSUROC-
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS A NIVEL
DOMICILIAR DEL MUNICIPIO DE SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ”**

POR:

FLORY ALEJANDRA IMERI ORDOÑEZ

CARNÉ: 201344667

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2,019.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario del Suroccidente

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

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

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

Representante de Profesores

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

Representante Graduado del CUNSUROC

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

Representantes Estudiantiles

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel	Vocal
PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solis	Vocal

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE
COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

M.Sc. 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 de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogado y Notario**

M.Sc. José David Barillas Chang

Coordinador Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinador de Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA 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**

M.Sc. Paola Marisol Rabanales

Mazatenango Suchitepéquez, 28 de octubre de 2019

Señores
Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

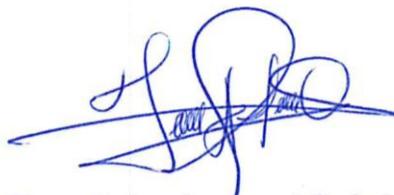
Respetables Señores.

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: **“Caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara la Laguna, Sololá”**.

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,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Flory Alejandra Imeri Ordoñez', written over a horizontal line.

Flory Alejandra Imeri Ordoñez

Carné: 201344667

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Por ser mi guía y fortaleza durante toda mi vida.
A LA VIRGEN MARÍA	Por ser mi intercesora todo el tiempo.
A MIS PADRES	Por brindarme apoyo incondicional, amor y consejos durante toda mi carrera estudiantil, les estaré eternamente agradecida, este sueño cumplido es para ustedes.
A MI FAMILIA	Por brindarme su apoyo y cariño.
A MIS AMIGOS	Quienes estuvieron allí para apoyarme y animarme durante este proceso.
A LA UNIVERSIDAD	Mi gloriosa alma mater que durante estos años me brindó el conocimiento, las destrezas y formación para desarrollarme como profesional.
A LA MUNICIPALIDAD DE SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ	Quien me abrió las puertas y me brindó la oportunidad de ejercer como profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS
Por ser mi guía y fortaleza durante toda mi vida.
- A LA VIRGEN MARÍA
Por ser mi intercesora todo el tiempo.
- A MIS PADRES
Vinicio y Marycarmen por su apoyo, amor y consejos, no sería la mujer y profesional que soy ahora. De cada esfuerzo y desvelo, hoy se reflejan los frutos.
- A MI FAMILIA
Por brindar su apoyo y cariño durante mi formación académica. Mis hermanos, Kike y Fernando, en todo momento me proporcionaron ayuda. A mis abuelitas Mama Norma y Mama Blanqui. A mis tíos, y a mi sobrino Rodrigo, ya que todos forman parte de este triunfo.
- A MIS AMIGOS
Quienes estuvieron allí para apoyarme y animarme durante este proceso, especialmente a Mirna, Ruth, Diana, Mynor, Toño, Jairo, Ivan y Omar. Gracias por formar parte de esta etapa.
- A LOS DOCENTES
A todos los profesionales con los cuales conviví, por compartir sus conocimientos, a mi asesor y terna evaluadora. En especial a M.Sc. Sharon Quiñónez y M.Sc. Karen Pérez por su paciencia y consejos compartidos.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Revisión referencial	2
2.1.1 Santa Clara La Laguna	2
2.1.2 Vías de acceso.....	2
2.1.3 Servicios municipales	3
2.1.4 Descripción ecológica	4
2.2 Marco Conceptual	13
2.2.1 Desechos sólidos.....	13
2.2.2 Clasificación de desechos sólidos	13
2.2.3 Residuos sólidos.....	14
2.2.4 Desechos Sólidos Municipales (DSM)	15
2.2.5 Indicadores de desechos sólidos	16
2.2.6 Caracterización de desechos sólidos	17
2.2.7 Manejo integral de los desechos sólidos	17
2.2.8 Descripción del grupo de mujeres recicladoras de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	20
III. OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo General	21
3.2 Objetivos Específicos	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4.1 Materiales	22
4.1.1 Recursos financieros para la investigación	22
4.1.2 Recursos humanos para la investigación	22
4.2 Métodos	23
4.2.1 Caracterización de los residuos y desechos sólidos en el municipio de Santa Clara, La Laguna	23

4.2.2	Cálculo de la Producción Per Cápita (PPC)	25
4.2.3	Determinación de la densidad de los residuos y desechos sólidos domiciliarios orgánicos e inorgánicos recolectados	26
4.2.4	Determinación de la composición física de los residuos y desechos sólidos generados en los domicilios	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1	Cálculo de indicadores ambientales	28
5.1.1	Producción per cápita (PPC) de desechos sólidos generados a nivel domiciliar	28
5.1.2	Densidad de los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliar	28
5.1.3	Composición física de los desechos sólidos generados a nivel domiciliar	29
5.1.4	Propuestas para la gestión de los desechos sólidos generados en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá	32
VI.	CONCLUSIONES	37
VII.	RECOMENDACIONES	38
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
IX.	ANEXOS	43

Índice de Cuadros

Cuadro	Página
1. Servicios municipales que brinda la municipalidad de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	3
2. Especies de fauna predominante en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	8
3. Clasificación de zonas de vida de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	9
4. Principales organizaciones del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	12
5. Características generales por tipo de vivienda del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	12
6. Costo de caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna.....	22
7. Recursos humanos para realizar el pesaje y clasificación para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	22
8. Número de viviendas seleccionadas por sector para caracterización a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	24
9. Densidad de los desechos sólidos generados a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	28

Índice de Figuras

Figura	Página
1. Mapa de uso del suelo del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	6
2. Mapa de los sectores que integran el municipio de Santa Clara la Laguna, Sololá	11
3. Composición física de los desechos sólidos generados a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	29
4. Composición física desechos inorgánicos generados a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	30
5. Composición física total de los desechos generados a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	31
6. Propuesta de distribución de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos, para el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	35
7. Mapa de ruta de recolección de residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	36
8. Ficha de recolección de información utilizada para caracterización de residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara la Laguna, Sololá.....	46
9. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio San Antonio.....	47
10. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector II.....	48
11. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio San Miguel.....	49
12. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Cementerio.....	50
13. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio El Paraíso.....	

14. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Las Flores.....	52
15. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Centro Norte.....	53
16. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Las Cristalinas.....	54
17. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Pabeyá.....	55
18. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Chichiyal.....	56
19. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Entrada Principal.....	57
20. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Xemonté.....	58
21. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio Las Rosas.....	59
22. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Caserío Chacap.....	60
23. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Cantón Xiprián.....	61
24. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Aldea Paquip.....	62
25. Fotografía de residuos y desechos sólidos domiciliarios, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	63
26. Fotografía de pesado de residuos y desechos sólidos domiciliarios, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	63
27. Fotografía del proceso de clasificación de los desechos sólidos domiciliarios, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá	64

28. Fotografía de pesado de desechos inorgánicos recuperables domiciliares, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	64
29. Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.....	65

RESUMEN

La presente investigación se fundamenta en la caracterización de los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliario en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá, el cual tiene una extensión territorial de 12 kilómetros cuadrados, situado en la región VI, se encuentra a una altitud de 2,090 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es frío. Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2018 la población ascendía a 13,166 habitantes.

La investigación se realizó durante los meses de abril a septiembre de 2018, se basó en cuatro objetivos específicos, en su orden: Determinar la producción per cápita, calcular la densidad de residuos y desechos sólidos, determinar la composición física de estos, y proponer soluciones viables para el manejo adecuado de los mismos.

Para alcanzar los objetivos planteados se incluyeron recorridos por el área de estudio, generando un croquis de las 2,002 viviendas. Con este, se realizó el cálculo y selección de la muestra, la cual ascendió a 236 viviendas, así mismo se procedió a realizar el pesaje de los residuos y desechos sólidos generados durante dos semanas consecutivas.

En total se pesaron 5,027 kilogramos de residuos y desechos sólidos, obteniendo como resultado una producción per cápita de 0.48 kg/hab./día; además, se generó una gráfica con la composición física, obteniendo el 61% de desechos orgánicos, el 39% inorgánicos. De estos últimos el 38.15% es no recuperable y el 0.85% recuperable.

La investigación realizada proporcionó información necesaria para generar una propuesta de “Plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá”, el cual contiene siete líneas estratégicas que persiguen brindar el manejo adecuado a los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliario en el municipio, éstas incluyen: participación social, diagnóstico y caracterización de los desechos sólidos, manejo ambiental de los desechos, ubicación de la planta de tratamiento, programa de recolección

efectiva, programa de sensibilización y capacitación, fortalecimiento legal y administrativo.

ABSTRACT

**CHARACTERIZATION OF SOLID HOME WASTE IN THE MUNICIPALITY OF
SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ**

The purpose of this investigation was characterize home waste generated in the municipality of Santa Clara La Laguna, Sololá. This municipality has a total area of 12 square kilometers, it is located in the Sixth Region of Guatemala with an altitude ranging of 2090 meters above sea level, thus its weather is generally cold. According to the projections of the Statistics National Institute for 2018 the population census estimated 13,166 people.

This investigation was executed from April to September of 2018, it was based on four specific objectives which were: Determine the per capita home waste production, calculate density and propose available solutions for the integral management solid waste in the study area.

To reach the stablished objectives it was necessary to make some routes around the study area in order to generate a sketch of the 2,002 houses. Based on that, it was determined a sample of 236 houses or families. It was carried out a weighing of the solid home waste generated during two consecutive weeks.

In total there was weighty 5,027 kilograms of solid home waste, obtained as a result, the per capita production of 0.48 kg/habitant/day. It was made a graph of the physical composition getting a 61% of organic material, and 39% inorganic, of the latter, the 38.15% is non-recyclable and 0.85% recyclable material.

This investigation produced necessary information to propose a “Municipal plan for the integrated solid waste management generated in Santa Clara La Laguna, Sololá”, which has seven strategic lines that will help to manage properly the solid home waste in the municipality. These lines include: social participation, diagnosis and characterization of the solid waste, environmental management, location of the solid waste treatment plant, effective collection program, environmental education program and legal and administrative strengthening.

I. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta los resultados obtenidos de la investigación titulada “Caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá”, durante los meses de abril a septiembre 2018.

Para el desarrollo de la investigación se determinaron tres indicadores ambientales, siendo la producción per cápita, la densidad de los residuos y desechos sólidos y la composición física de los mismos.

La investigación surge con base al diagnóstico realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, en el que se identificaron los principales problemas del entorno de este municipio.

Con el diagnóstico en mención, se identificó el manejo de los desechos sólidos como el problema ambiental de mayor impacto en esta comunidad, debido a la inexistencia de registros sobre el manejo, la generación o la disposición adecuada de éstos.

El estudio de caracterización de residuos y desechos sólidos se realizó con el objetivo de brindar al municipio información básica necesaria para iniciar el manejo integral de los mismos. Esta información será útil para la planificación y proyección del manejo de los desechos sólidos generados, y al mismo tiempo contribuirá al diseño de proyectos relacionados con plantas de tratamiento, rellenos sanitarios y la determinación del tratamiento ideal para los desechos generados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Revisión referencial

2.1.1 Santa Clara La Laguna

Santa Clara La Laguna, se encuentra situado en la región VI Sur occidente en la parte central del departamento de Sololá. Por su ubicación geográfica el municipio de Santa Clara La Laguna tiene las siguientes colindancias: (PDM 2018-2032)

Al Norte: Santa Lucía Utatlán.

Al Oeste: Santa Catarina Ixtahuacán.

Al Sur: San Juan La Laguna.

Al Este: San Pablo La Laguna.

2.1.2 Vías de acceso

De la cabecera municipal de Santa Clara La Laguna se puede llegar a San Pablo La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna, Santa María Visitación y a la carretera interamericana a la altura del kilómetro 149, que se dirige a Quetzaltenango. Para comunicarse con la cabecera departamental de Sololá, hay un recorrido de 41 kilómetros por carretera asfaltada. (Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial 2018-2032; 2018)

En todas las calles de la cabecera municipal, el 95% es adoquinada, en los centros poblados de la aldea Paquip, Caserío Chacap, Cantón Xiprián, el camino es de terracería. El cantón Xiprián se encuentra a una distancia de un kilómetro y medio a la cabecera municipal, y la aldea Paquip de tres kilómetros de la cabecera municipal. (Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial 2018-2032; 2008)

2.1.3 Servicios municipales

Cuadro 1. Servicios municipales que brinda la municipalidad de Santa Clara La Laguna, Sololá.

Servicio	Descripción
Agua potable	El servicio que brinda la municipalidad al área urbana y rural del municipio no se le practica ningún proceso de purificación, es extraída de los nacimientos naturales que generan las zonas montañosas del mismo.
Letrinas, drenajes	Únicamente en el centro del municipio y el caserío Chacap el 95% de la población cuenta con drenajes, en los demás centros poblados se utilizan letrinas.
Teléfono	Existen tres instituciones privadas de telefonía celular que prestan el servicio en el municipio: Claro, Tigo y Movistar. Se cuenta con telefonía domiciliar y celular en un 80%, en la cabecera municipal existen 65 teléfonos comunitarios.
Cementerio	Existe un cementerio ubicado en la cabecera municipal que brinda servicios a toda la comunidad urbana y rural, tiene una extensión territorial de ocho cuerdas de 32 x 32 varas, presta servicios de nichos de tres metros cuadrados o enterramientos subterráneos.
Rastro	El municipio cuenta con una instalación, la cual no se usa desde hace 20 años, fue abandonada por los carniceros del lugar, debido a la ubicación lejana y de difícil acceso.
Seguridad	El municipio cuenta con una estación de Policía Nacional Civil (PNC) y con Policías Municipales de Tránsito (PMT).
Energía eléctrica	El servicio es proporcionado por la empresa UNIÓN FENOSA, S.A. representada en Santa Clara La

	Laguna por Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A. -DEOCSA-. Para el año 2,016 cubre un 90% de las viviendas del municipio.
Educación	El municipio cuenta con 13 edificios educativos, de los cuales 11 son públicos y dos privados que atienden a la población escolar en los niveles pre-primario, primario y secundario. A nivel superior la única universidad que tiene extensión en el municipio es la Panamericana.
Biblioteca	El municipio cuenta con una biblioteca municipal, ubicada a un costado del parque central y la municipalidad.
Salud	Cuenta con un Centro de Atención Permanente (CAP), se encuentra ubicado en la cabecera municipal, sin embargo también brinda servicios a las comunidades.
Tren de aseo	El tren de aseo es brindado por la municipalidad.
Mercado	Cuenta actualmente con un mercado municipal.

2.1.4 Descripción ecológica

2.1.4.1 Zonas de vida y clima

Según Cabrera, M. (2008), el clima del municipio se determina por la posición geográfica, se encuentra a una altitud de 2,090 metros sobre el nivel del mar, con latitud de 14° 42' 50" y longitud de 91° 18' 15", es catalogado como frío durante el año, con temperaturas promedio anual entre 18 a 24 grados centígrados; en el período de noviembre a febrero se torna frío con temperaturas que disminuyen hasta los 15 grados centígrados. Es importante mencionar que mantiene una precipitación entre 1,000 y 2,000 milímetros al año; la época lluviosa inicia a mediados del mes de mayo para concluir a finales de octubre. La humedad relativa es variable a lo largo del año y depende de la época. En época seca alcanza valores

bajos hasta un 50%, mientras que en época lluviosa llega hasta un 88%, el promedio anual es de 77%.

2.1.4.2 Suelo

Según Cabrera, M. (2008), el territorio de Santa Clara La Laguna está conformado por tres tipos de suelos, que son el Totonicapán (Tp) que cubre parte de la aldea Paquip y el centro urbano, es el más importante por las propiedades de fertilidad para el desarrollo de la actividad agrícola; Camancha Erosionada (Cme) en el cantón Xiprián y aldea Paquip, conjuntamente alcanzan el 99% del área del municipio y por último el Tolimán (Th).

El territorio de Santa Clara La Laguna pertenece a las tierras altas de la cadena volcánica, con montañas y colinas, con respecto a los suelos existen en una proporción similar de profundos y superficiales, de textura liviana o mediana, pobre e imperfectamente drenados, color pardo o gris. Por la estructura topográfica de los suelos en el municipio son aptos para bosques, café, frutales o pastos. Dispone únicamente de las clases de manejo forestal, bosque y área protegida, el suelo con manejo forestal y bosque representa el 71.6% del total, es decir un área de 1066.6 hectáreas que son indicadas solamente para fines de uso o explotación forestal.

El suelo con manejo de bosques, que representa 423.3 hectáreas son consideradas áreas protegidas, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas; con topografía quebrada, incluye suelos poco profundos de textura muy deficiente con erosión severa y drenaje destructivo, estas tierras no son aptas para cultivos, por las condiciones y características que poseen. (ver figura 1, página 6.)

2.1.4.3 Hidrología

El municipio de Santa Clara La Laguna, cuenta con cinco ríos: Yatzá, Jacalá, Xiprián, Payatzá y Conapá, que son los que nacen en las montañas y atraviesan el Municipio, también recorren los municipios de Santa María Visitación, la parte alta del municipio de San Juan La Laguna y la Boca Costa hasta desembocar con el río Nahualate. (Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial 2018-2032)

Fuentes de agua para consumo según la Comunidad Lingüística de la Jefatura de Hogar, hay 21 nacimientos de agua, los cuales abastecen al municipio y las comunidades: La Presa, Pa Quisis, Sabaltunay, El Chorrón, Chuicakquik, Pa Jacalá, San Juan, Passajkim, Xolá y el Zanjón, Papenap, Chichó, Pa Lá, Chichipup, Pa Puente, Pachalip, Chuitinamit, Chochicul y dos en cerro Taclol. Es importante mencionar que el 50% de ellos se encuentran en la parte baja de los centros poblados y por la topografía del terreno es difícil el acceso para el aprovechamiento del vital líquido. (Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial 2018-2032)

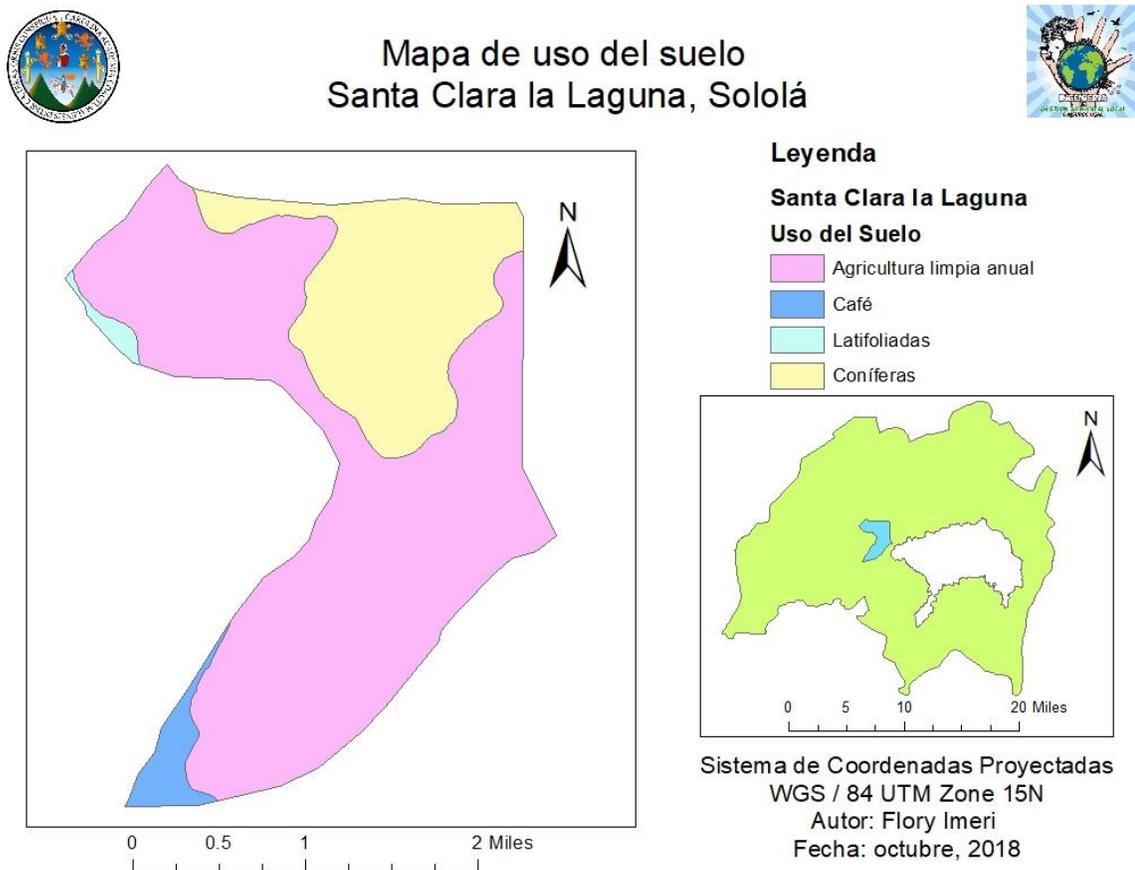


Figura 1. Mapa de uso del suelo del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

2.1.4.4 Flora y fauna

- **Flora**

Los bosques situados en el área municipal de Santa Clara La Laguna, enfocados desde el punto de vista forestal, están constituidos por tres especies de pino; *Pinus pseudostrobus*, *Pinus ayacahuite* y *Pinus oocarpa*. El primero es la especie que presenta mayor distribución en el área. En lo que se refiere al bosque muy húmedo montano subtropical se encuentra mezclado de pinabetes de las especies de *Abies guatemalensis* y *Cupressus lusitánica*. (Cabrera, M.;2008).

Respecto al bosque húmedo montano bajo sub tropical se caracteriza por el alto grado de humedad durante todo el año y favorece la existencia de gran número de plantas epifitas, como las orquídeas y tilandsias. Aquí se puede encontrar especies como *Pinus ayacahuite* y *Pinus pseudostrobus* entremezclados con encinos. Entre la flora cultivada del municipio de Santa Clara La Laguna, están: maíz, frijol, café, manzana y durazno, entre la flora silvestre se encuentra chica fuerte, trébol, vardolaga, coyovillo, flor amarilla, sacate ilusión, napier y pajon. En la flora natural se encuentran: bosques naturales mixtos, bosques artificiales mixtos, aliso, pino, encino y ciprés. (Cabrera, M.;2008).

La degradación de la flora es por el uso indiscriminado e incontrolado de pesticidas, la tala irresponsable para la expansión agrícola, el consumo alto de leña como fuente de energía y el uso de la práctica de incendios como sistema de limpieza del suelo.

- **Fauna**

La evolución de la fauna en el municipio por la relación de dependencia entre variables es similar, pues la deforestación ha traído consigo la degradación de hábitats necesarios, a varias especies nativas del municipio. Los riesgos de extinción se incrementan por la práctica de la cacería, y que impide la reproducción de ciertas especies. (Cabrera, M.;2008).

Cuadro 2. Especies de fauna predominante en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

Nombre científico	Nombre común
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo
<i>Sciurus carolinensis</i>	Ardilla gris
<i>Mus musculus</i>	Ratón
<i>Felis silvestris</i>	Gato de monte
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro doméstico
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Procyon lotor</i>	Mapache
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo
<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo
<i>Melanerpes erythrocephalus</i>	Pájaro carpintero
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán
<i>Serinus canaria</i>	Canario
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina
<i>Gyps fulvus</i>	Buitre
<i>Bubo bubo</i>	Tecolote / búho

2.1.4.5 Recursos naturales

- **Bosques**

De acuerdo con la investigación de campo, en Santa Clara La Laguna existen dos clases de zonas de vida:

Cuadro 3. Clasificación de zonas de vida de Santa Clara La Laguna, Sololá.

Tipos de zonas de vida	Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosques Húmedos Montano Bajo Subtropical (bh-MB)	Se encuentra dentro de 1,500 a 2,400 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación pluvial anual de 1,000 a 2,000 milímetros, con temperaturas anuales entre 18 a 24 grados centígrados	934.20 hectáreas.	62.7
Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MB)	Se encuentra dentro de 1,800 a 3,000 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación pluvial anual de 1,000 a 2,000 milímetros, con temperaturas anuales entre 12 a 18 grados centígrados	Este bosque cubre una extensión de 555.7 hectáreas.	37.3

Fuente: Investigación de campo Grupo EPSUM, 2018. Con base en información del Instituto Nacional de Bosques (INAB).

De acuerdo a lo anterior, Santa Clara La Laguna se encuentra dentro de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo subtropical. El bosque es un área dividida en varios terrenos: el Ajaw que limita Santa Clara con la Costa Sur, los cerros Chiguil, el Cristalino, Chuicluic, Jocalo, Chirijojap, Paeque. En el año 2001 el Municipio declaró (2,700 metros cuadrados) como Parque Regional Municipal (PRM), un parque de 180 hectáreas, con una topografía bastante quebrada con hondonadas muy pronunciadas y pendientes fuertes, con una degradación bastante avanzada de su cobertura natural. El Parque se ubica a una distancia de a 10 km de la cabecera y colinda con los municipios de Santa Lucía, alrededor del parque viven unas 40 familias, algunos de ellos con derecho de usufructo sobre ese terreno.

- **Áreas Protegidas y Reservas Naturales**

El Parque Ecológico Municipal lleva el nombre de Chuiraxamoló que en idioma quiché significa “subiendo al lomo de la mosca verde”, por la presencia de moscas del género *calliphora* que habitan en esta área. El parque se encuentra en gran parte de su área dentro de la Cuenca del Lago de Atitlán, siendo por esto un punto de recarga y captación hídrica del mismo, es importante mencionar que el parque cuenta con atractivos que no solo son específicamente de caminatas dentro del bosque, sino que también posee deportes extremos como lo son el canopy y rappel, atractivos que hacen que el parque sea visitado en su mayoría por extranjeros.

Santa Clara La Laguna cuenta con reservas naturales que abarcan alrededor de 645 has. Las cuales, en su mayoría, no se encuentran registradas como áreas protegidas. Dentro de uno de los proyectos de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal se encuentra el manejo y la administración de un vivero forestal el cual tiene una capacidad de producir alrededor de 80,000 plantas de diversas especies al año. Se tiene proyectado la producción de otro vivero de plantas endémicas del lugar. (Tuj, R., 2016)

2.1.4.6 Situación socio-económica

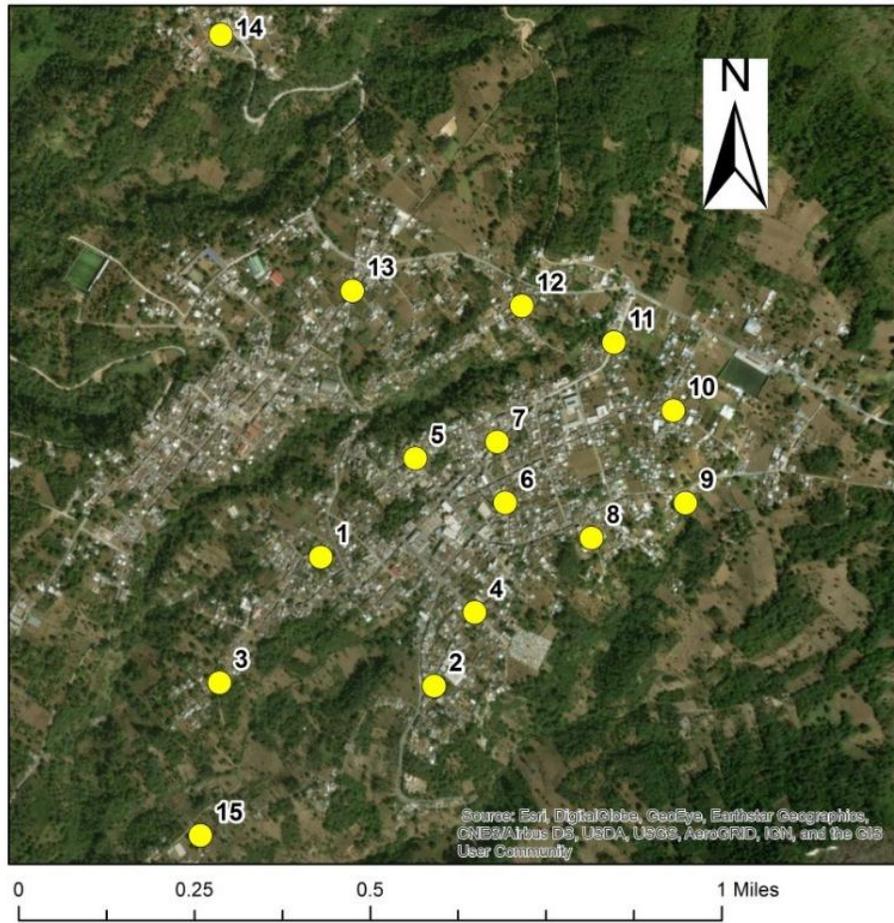
Por medio de la identificación de los niveles de ocupación general se puede hacer una inferencia sobre el desarrollo y crecimiento económico de Santa Clara La Laguna, Sololá.

El municipio se encuentra dividido en 16 sectores, (ver figura 2, página 11).

La situación socio económica se describe a través de: etnia, idioma, costumbres, organizaciones productivas e infraestructura del municipio, (ver cuadro 5 y 6, página 12)



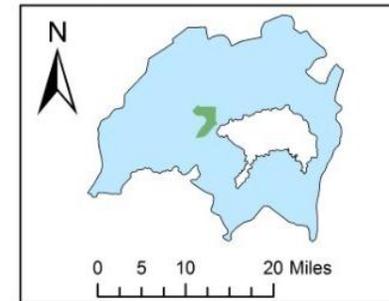
Sectores del municipio de Santa Clara la Laguna, Sololá



Leyenda

- Sectores
- Santa Clara la Laguna
- Sololá

1	Barrio San Antonio
2	Sector II
3	Barrio San Miguel
4	Sector Cementerio
5	Barrio El Paraíso
6	Sector Las Flores
7	Centro Norte
8	Sector Las Cristalinas
9	Sector Pabeyá
10	Sector Chichiyal
11	Sector Entrada Principal
12	Sector Xemonté
13	Caserío Chacap
14	Cantón Xiprián
15	Barrio Las Rosas
16	Aldea Paquip



Sistema de Coordenadas Proyectadas
 WGS / 84 UTM Zone 15N
 Autor: Flory Imeri
 Fecha: octubre, 2018

Figura 2. Sectores que integran el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

- **Etnia, idioma y costumbres del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá**

El 99% de la población del municipio es de etnia K'iche, su idioma es el K'ich'e.

Los pobladores del municipio celebran tres fechas al año:

- Fiesta titular en honor a Santa Clara de Asís, del nueve al 13 de agosto.
- Preparación del tayuyo el uno de mayo.
- Visita a cementerio el dos de agosto.

- **Organización productiva**

En el municipio de Santa Clara La Laguna, existen cinco organizaciones que se dedican al transporte, gestión de proyectos, promover la participación y organización de la mujer.

Cuadro 4. Principales organizaciones del municipio de Santa Clara La Laguna.

Nombre	Actividades
Asociación de Transportistas Claritas	Transporte de personas
Asociación de Transportistas Clareases	Transporte de personas
Asociación integral unidos para vivir mejor ONG's "Asumim"	Promover y gestionar proyectos
Asociación de Desarrollo integral de la mujer Maya "Adima"	Apoyo a la organización de la mujer
Asociación Tejiendo el Futuro	Gestión de proyectos y apoyo a la organización de la mujer

- **Infraestructura**

El siguiente cuadro describe la infraestructura de las viviendas de los pobladores del municipio.

Cuadro 5. Características generales por tipo de vivienda del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

Localidad	Casa formal		Rancho		Casa improvisada		Otros	
	2011	2016	2011	2016	2011	2016	2011	2016
Santa clara	890	1,510	4	0	1	4	2	0
Chacap	101	175	0	0	0	0	0	0

Panorama	7	0	2	0	0	0	0	0
Paquip	198	351	0	0	7	2	0	0
Xiprian	84	153	0	0	0	0	0	0
Total	1271	2189	6	0	8	6	2	0

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Desechos sólidos

Se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que ha sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos. Los desechos incluyen diversos materiales, que pueden ser combustibles (papel, plástico, textiles, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, mampostería, etc.). (Heinke, 1999)

Se entiende por residuo sólido cualquier material desechado que pueda o no tener utilidad alguna. El término residuo no corresponde con la acepción de la palabra desecho, pues ésta trae implícita la no utilidad de la materia. (Sánchez, 2008)

2.2.2 Clasificación de desechos sólidos

Para realizar la caracterización de residuos y desechos sólidos, los mismos se clasificaron en:

2.2.2.1 Desechos orgánicos

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)

2.2.2.2 Desecho Inorgánico

Proviene de cosas que fabricamos; éstos no salen de ningún ser vivo u organismo y 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. Los desechos orgánicos sirven para elaborar la composta y los desechos inorgánicos se deben de separar para llevar al centro de acopio y reciclarlos. (Tamez, 2003)

2.2.2.3 Desechos peligrosos

Los residuos que pueden causar daño directa o indirectamente en seres vivos o contaminar el ambiente. Es residuo peligroso todo el material que resulte objeto de desecho o abandono y/o que es descartado por su propietario o usado como insumos para otros procesos y pueda perjudicar de forma directa o indirecta a los seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Son aquellos que conllevan riesgo potencial al ser humano o al ambiente, por poseer características como corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad, bioinfecciosidad, radiactividad, reactividad y toxicidad. (Ronquillo, 2006)

2.2.2.4 Desecho industrial

Los residuos industriales son aquellos que se generan en las actividades industriales, procedentes de la extracción, explotación, producción o fabricación, transformación, almacenamiento y distribución de los productos y que a su vez podemos clasificar en cuatro grandes grupos: residuos peligrosos, residuos industriales no peligrosos, residuos asimilables a urbanos y residuos inertes. (Cid, 2009)

2.2.3 Residuos sólidos

Se entiende por residuo sólido cualquier material desechado que pueda o no tener utilidad alguna. El término residuo no corresponde con la aceptación de la palabra desecho, pues ésta trae implícita la no utilidad de la materia. Entonces se define

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

2.2.4 Desechos Sólidos Municipales (DSM)

Los desechos sólidos municipales son conocidos comúnmente como basura, están compuestos por desechos orgánicos, producto de la comercialización, el transporte la elaboración de los alimentos y excedentes de comida y restos de material vegetal, papel, cartón madera, y en general materiales biodegradables e inorgánicos como vidrio, plástico, metales y material inerte. Los DSM provienen de las actividades que se desarrollan en el ámbito doméstico, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como de residuos industriales que no se derivan de sus procesos. (MARN, 2005)

Los desechos se clasifican como desechos recuperables, desechos no recuperables y orgánicos. (MARN, 2005)

2.2.4.1 Desechos sólidos recuperables: son los que una vez seleccionados pueden reutilizarse y /o venderse a diferentes industrias recicladoras. Estos son: vidrio, papel, cartón y orgánicos (MARN, 2005)

2.2.4.2 Desechos sólidos no recuperables: estos pueden ser peligrosos, nocivos o inertes. Entre los nocivos se encuentran aquellos desperdicios provenientes de hospitales que generalmente son incinerados. Los no recuperables inertes son aquellos desperdicios como piedras, tierra, material de construcción y similares, que solo pueden usarse como material del relleno. (MARN, 2005)

2.2.5 Indicadores de desechos sólidos

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2005), la cantidad de desechos sólidos generada en el municipio es un indicio de la eficiencia de los recursos, así como de la presión que se ejerce sobre el medio ambiente al utilizarlo como un desagüe para absorber los desechos y la contaminación conexas. Por consiguiente, la reducción del volumen de desechos generados en los distintos procesos de producción y de consumo local, el aumento del porcentaje de los materiales de desecho reciclados, reutilizados y recuperados y la ordenación ecológicamente racional de los desechos que hay que eliminar en el medio ambiente, son cuestiones que revisten gran importancia para la ordenación sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente en los municipios.

Los indicadores medidos en la caracterización de residuos y desechos sólidos son:

2.2.5.1 Generación de desechos sólidos per cápita (PPC)

Según el MARN (2005), es el promedio de la cantidad de basura que produce una persona, expresado en kilogramos por habitante y día (kg/hab/día). Los datos obtenidos a partir del cálculo de este Indicador sirven para satisfacer la demanda de recolección, barrido, transferencia, tratamiento y disposición final de los desechos.

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)

2.2.5.2 Prueba de densidad o Peso Volumétrico (kg/m³)

Según el MARN (2005), es la medición de la densidad de la basura tomando en cuenta el peso y volumen.

El peso volumétrico es el peso de los desechos generados contenidos 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. Estos datos tipifican el servicio a prestar: conjunto, métodos, turnos y horarios. (MARN 2005)

2.2.6 Caracterización de desechos sólidos

La generación y 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. (Toledo, 2010)

2.2.7 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 tomar en cuenta sus características físicas. Debe contemplar recuperación, tratamiento y relleno sanitario o vertedero controlado, los mismos se describen a continuación:

- **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 reuso 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)

- **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. Dentro del tratamiento se considera a una planta de tratamiento de desechos sólidos, que 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)
- **Relleno sanitario o vertedero controlado:** el relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica al ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica 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)

Según Glynn, J (1999), 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.

El mismo autor, sugiere que 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 vecino residenciales y comerciales.

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. (Glynm, J., 1999)

- **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, según indica Glynm, J. (1999) 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.

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. (Glynm, J., 1999)

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.

- 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. Glynm, J. (1999) Según indica Jaramillo, J. (2002) 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)

2.2.8 Descripción del grupo de mujeres recicladoras de Santa Clara La Laguna, Sololá

Es un proyecto impulsado por “CBC” y “Amigos del Lago”, el grupo se encuentra conformado por una mujer, representante de cada sector del municipio, el grupo opera a través de centros de acopio y transferencia intermunicipales, donde se recolectan residuos reciclables sólidos: aluminio, PET, plástico duro, plástico soplado, vidrio, cartón y papel. El proyecto busca fomentar la participación comunitaria de mujeres.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

3.1.1 Caracterizar los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliario en el municipio de Santa Clara La Laguna.

3.2 Objetivos Específicos

3.2.1 Determinar la producción per cápita a nivel domiciliario de los residuos y desechos sólidos generados en el municipio.

3.2.2 Calcular la densidad de los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliario en el municipio.

3.2.3 Determinar la composición física de los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliario en el municipio.

3.2.4 Proponer soluciones viables para la gestión integrada de residuos y desechos sólidos generados en el municipio.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Recursos financieros para la investigación

A continuación, se describen los gastos en materiales utilizados para realizar la caracterización de residuos y desechos sólidos del municipio.

Cuadro 6. Costo para caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario.

Descripción *	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Costales	300.00	Saco	Q5.00	Q1,500.00
Combustible	20.00	Galón	Q27.00	Q540.00
Lápiz	1.00	Unidad	Q1.50	Q1.50
Botas de Hule	8.00	Par	Q60.00	Q480.00
Guantes de Hule	8.00	Par	Q18.00	Q144.00
Mascarilla	8.00	Unidad	Q15.00	Q120.00
Cinta métrica**	1.00	Unidad	-----	-----
Nylon	42.00	m2	Q7.00	Q294.00
Caja	2.00	Unidad	Q3.00	Q6.00
Pesa**	2.00	Unidad	-----	-----
Gabacha de plástico	8.00	Unidad	Q25.00	Q200.00
TOTAL				Q3,285.5
*Las cotizaciones se realizaron en el comercio de Santa Clara La Laguna.				
**Los instrumentos serán brindados de forma temporal, por lo que no tendrán ningún costo (cinta métrica: Epesista Consuelo Hernández. Pesa: asociación de mujeres recicladoras de Santa Clara La Laguna, Sololá).				

4.1.2 Recursos humanos para la investigación

Los recursos humanos utilizados para recolección, clasificación y pesaje de los residuos y desechos sólidos fueron:

Cuadro 7. Recursos Humanos para el pesaje y clasificación para caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario.

Entidad	
Epesista (EPSIGAL)	Una persona
Equipo del tren de aseo.	Una persona.
Estudiantes de nivel diversificado	Cuatro personas.

4.2 Métodos

4.2.1 Caracterización de los residuos y desechos sólidos en el municipio de Santa Clara, La Laguna

Los métodos utilizados para realizar la caracterización de residuos y desechos sólidos son: conteo y enumeración de viviendas totales del municipio, tamaño de la muestra, selección de la muestra, tabulación de datos obtenidos, muestreo de residuos y desechos sólidos de la muestra.

Los indicadores de desechos sólidos calculados son: producción per cápita (PPC), densidad de los residuos y desechos sólidos y la composición física de los mismos.

4.2.1.1 Conteo y enumeración de viviendas totales del municipio

Las viviendas de todo el municipio se contabilizaron y enumeraron con ayuda de personal municipal, por medio de caminatas.

4.2.1.2 Tamaño de la muestra

Utilizando la siguiente fórmula:

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

$$n = \frac{2,002 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2 (2,002 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} \quad n = 235.5121 = 236 \text{ domicilios}$$

Donde:

Número de muestra a tomar	=	n
Confiabilidad estadística	=	1.96
Tamaño de la población (número de casas)	=	2,002
Probabilidad de éxito	=	0.5
Probabilidad de fracaso	=	0.5
Error máximo admisible	=	0.05

Según Triola, M. (2004) se desarrolló el intervalo de confianza, consistente en un rango de valores, en lugar de un solo valor. El intervalo de confianza se asocia con un nivel de confianza, como es 0.95 (95%). El nivel de confianza nos ofrece la tasa de éxitos del procedimiento que se utiliza para construir el intervalo de confianza.

4.2.1.3 Selección de la muestra.

- Todas las viviendas se enumeraron
- Por medio de números aleatorios se seleccionaron las viviendas a muestrear.

Cuadro 8. Número de viviendas seleccionadas por sector para caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliar.

Sector	No. De viviendas seleccionadas
Área urbana	
Sector Pabeyá	14
Sector Chichiyal	14
Sector Entrada Principal	14
Sector Xemonté	14
Sector las Cristalinas	14
Sector Centro Norte	14
Sector las Flores	14
Sector Centro	14
Barrio el Paraíso	14
Sector Cementerio	14
Barrio San Antonio	14
Sector II	14
Barrio las Rosas	14
Área rural	
Caserío Chacap	18
Cantón Xiprián	18
Aldea Paquip	18

4.2.1.4 Tabulación de los datos obtenidos de las encuestas realizadas

Los datos obtenidos se ordenaron en cuadros en el programa de Excel para tenerlos de una manera más clara y poder interpretar los resultados.

4.2.1.5 Muestreo de residuos y desechos sólidos a la muestra seleccionada

Dos días hábiles a partir de las 8:00 horas, se inició la recolección de los desechos sólidos en conjunto con el tren de aseo, en los sectores del casco urbano.

Dos días hábiles a partir de las 8:00 horas, se inició la recolección de los desechos sólidos en conjunto con el tren de aseo, en el área rural (aldea Paquip, Xiprián y Chacap).

Para distinguir los desechos de la muestra, se identificaron los costales al momento de ingresarlos al tren de aseo con marcador permanente.

Los residuos fueron transportados a un terreno municipal, ubicado en el sector centro, para realizar el pesaje y clasificación de los mismos.

4.2.2 Cálculo de la Producción Per Cápita (PPC)

- Se expresó en kilogramos de desechos producidos por persona al día, según el número de viviendas seleccionadas en el muestreo, utilizando ficha de registro (ver en anexos, figura 8)
- Fórmula $PPC = \frac{1}{7} * \frac{(A/B) \cdot P}{P}$

A: Kilogramos total de habitantes de muestra

B: Número de muestra de habitantes

P: Número total de habitantes

4.2.3 Determinación de la densidad de los residuos y desechos sólidos domiciliarios orgánicos e inorgánicos recolectados

- La densidad se determinó después de haber clasificado los desechos, el siguiente procedimiento se realizó por tipo de desecho:
- Se depositó la basura en una caja de dimensiones conocidas (0.05m^3).
- Se brindaron ligeros golpes para adaptar los desechos dentro de la caja.
- Se midió la altura de los desechos dentro de misma.
- Se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo del volumen:

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

- La ecuación utilizada para el cálculo de la densidad fue:

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

4.2.4 Determinación de la composición física de los residuos y desechos sólidos generados en los domicilios

La composición física de los desechos se determinó por medio de la clasificación total de los desechos sólidos tomados en cuenta en el muestreo, esta actividad se realizó por dos semanas. De forma general, la clasificación fue la siguiente:

- Orgánicos: restos de comida, residuos de jardinería, papel de baño, papel mojado, cáscara de frutas y verduras.
- Recuperables: plástico reciclable (PET, plástico soplado), chatarra, aluminio, cartón, papel seco y vidrio.
- No recuperables: telas, duroport, bolsas plásticas, pañales, pajillas, bolsas de frituras.

Se utilizaron las siguientes fórmulas para realizar el porcentaje de la composición física:

Orgánicos

$$\% \text{ desechos orgánicos} = \frac{\text{Kg desechos orgánicos}}{\text{kg desechos totales}} \times 100\%$$

Inorgánicos

$$\% \text{ desechos inorgánicos} = \frac{\text{Kg desechos inorgánicos}}{\text{kg desechos totales}} \times 100\%$$

Inorgánicos recuperables

$$\% \text{ desechos recuperables} = \frac{\text{Kg desechos recuperables}}{\text{kg desechos inorgánicos}} \times 100\%$$

Inorgánicos no recuperables

$$\% \text{ desechos no recuperables} = \frac{\text{Kg desechos no recuperables}}{\text{kg desechos inorgánicos}} \times 100\%$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la investigación realizada “Caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá”. El municipio cuenta con 2,002 viviendas, tomando en cuenta 236 según el cálculo de la muestra realizado.

5.1 Cálculo de indicadores ambientales

5.1.1 Producción per cápita (PPC) de desechos sólidos generados a nivel domiciliario

Los resultados que se obtuvieron para la caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá, corresponden a muestreos realizados durante los meses de junio y julio del año 2018, encontrando una producción per cápita de **0.48 kg/persona/día**

5.1.2 Densidad de los residuos y desechos sólidos generados a nivel domiciliario

Los resultados obtenidos en el trabajo de campo de la densidad de los desechos sólidos se encuentran en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Densidad de los desechos sólidos generados a nivel domiciliario.

No.	Tipo de Desecho	Densidad (kg/m ³)
1	Orgánico	248.42
2	Recuperable	163.27
3	No recuperable	292.52

La información generada puede utilizarse para calcular el área y las dimensiones de las diferentes unidades de tratamiento para los desechos generados, el material con mayor densidad es el inorgánico no recuperable, con 292.52 kilogramos por metro cúbico, con base a la densidad calculada se puede dimensionar el relleno sanitario.

5.1.3 Composición física de los desechos sólidos generados a nivel domiciliario

El 61% de los desechos generados diariamente por habitante es de origen orgánico, siendo relevante este dato para cualquier diseño de tratamiento que se realice.

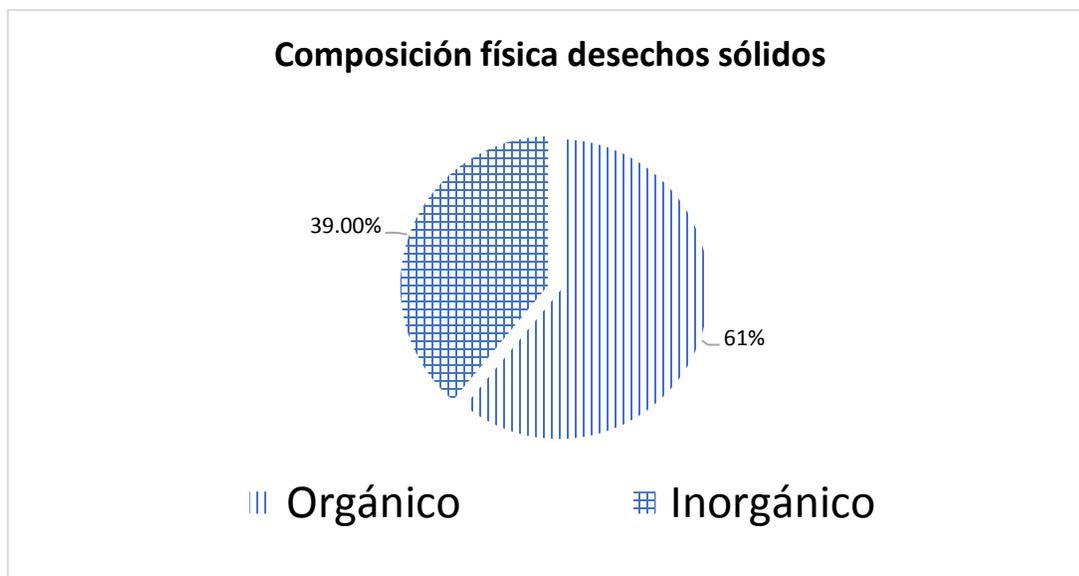


Figura 3. Composición física de los desechos sólidos generados a nivel domiciliario

Según los datos anteriores, existe un gran potencial en los desechos domiciliarios, es importante que las autoridades municipales se beneficien de dichos recursos, ya que el 61% de estos se pueden utilizar para producción de compost.

Los desechos domiciliarios orgánicos generados durante la semana fueron 3,066.67 kg y 1,960.54 kg inorgánicos.

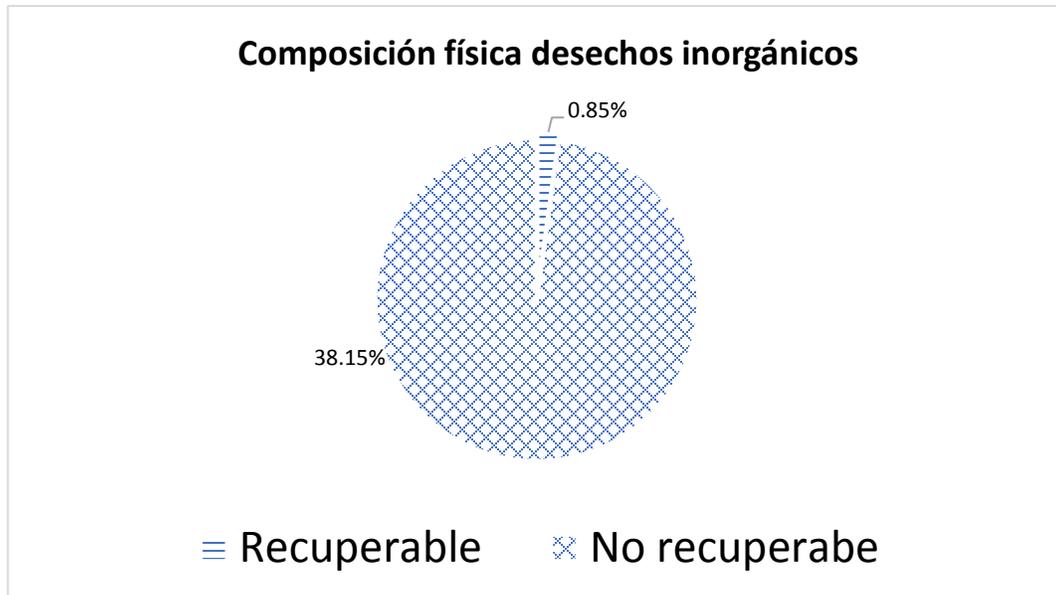


Figura 4. Composición física desechos inorgánicos domiciliarios generados a nivel domiciliar.

La gráfica anterior muestra que el 38.15% de los desechos que se generan en el municipio son inorgánicos no recuperables, esto se debe a la venta de comida ambulante, las cuales utilizan plásticos y duroport para entregar la comida a los compradores, el uso de la bolsa plástica es muy común para todo tipo de compras.

El porcentaje de los desechos recuperables es menor al 1%, ya que en el municipio existe un grupo de mujeres recicladoras y comercializadores de Santa Clara La Laguna, las cuales se dedican a comprar el material a usuarios, directamente en sus hogares, dentro del mismo se encontraron botellas plásticas, latas de aluminio, papel y cartón.

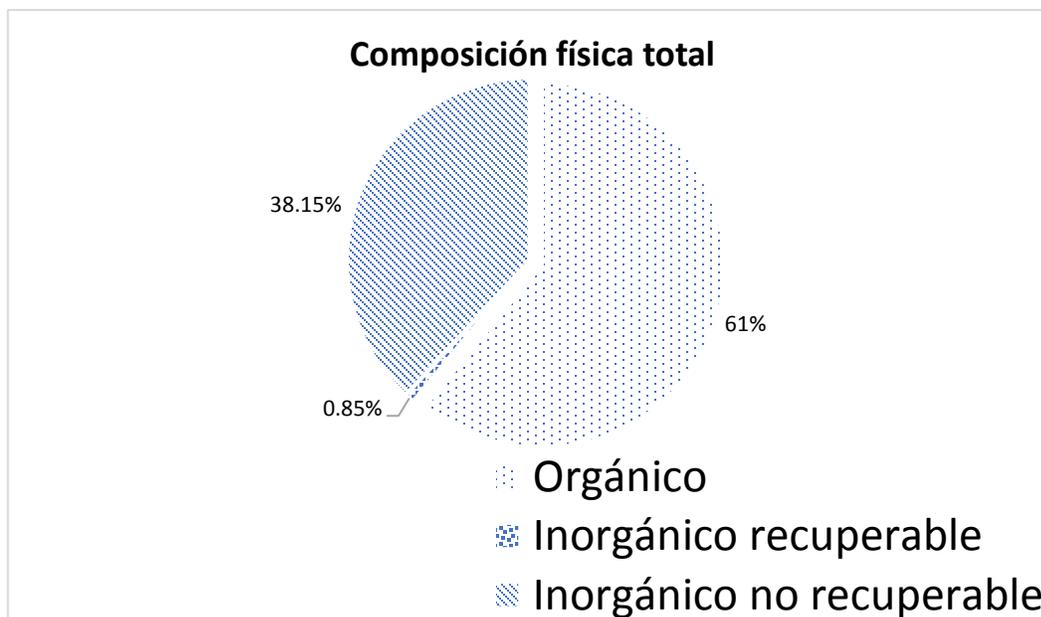


Figura 5. Composición física total de los desechos domiciliarios generados a nivel domiciliario.

El material orgánico en los desechos domiciliarios representa el 61%, ya que los habitantes del área urbana de Santa Clara La Laguna acostumbran realizar canastos de caña, podar árboles, limpiar patios, entregando estos desechos al tren de aseo municipal. En los desechos orgánicos también se encontraron cáscaras de frutas, de verduras, tusa y comida.

Por lo anterior, se deben crear campañas sobre clasificación de residuos y desechos sólidos, las cuales servirán para educar e incentivar a la población, para aprovechar los desechos orgánicos por medio de aboneras en sus propias casas con el fin de reducir el volumen de desechos orgánicos enviados al botadero municipal.

5.1.4 Propuestas para la gestión de los desechos sólidos generados en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá

Las propuestas que se presentan a continuación surgen como soluciones viables a la problemática estudiada en el municipio.

5.1.4.1 Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá

Se realizó el “Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá”, a través de cuatro mesas de trabajo (participación social, manejo de desechos sólidos, salud y ambiente, y legislación) con diferentes sectores: líderes religiosos, líderes comunitarios, COCODES, Comités de agua, trabajadores municipales, Concejo Municipal, directores o representantes de distintos centros educativos (escuelas e institutos), estudiantes, grupo de mujeres comercializadoras de materiales reciclables de Santa Clara La Laguna, representante de Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAGA, representante del Centro de Atención Permanente –CAP y supervisor educativo. La participación de las personas del lugar fue vital, para conocer la problemática por parte de la sociedad y sus actores, en el trabajo de campo se observó la misma problemática planteada por los mismos.

El Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá, está conformado por 7 líneas estratégicas:

1. Participación social: establecer el aporte de líderes comunitarios y personas clave, para realizar el mismo, apropiándolos del proyecto para que tenga aceptación y se le brinde continuidad, estableciendo un plan con todos los actores del municipio, de una forma participativa y consensuada.
2. Diagnóstico y caracterización de los desechos sólidos: debe presentar modelos estadísticos para conocer el tamaño de la muestra y el grado de confiabilidad que se desea alcanzar para analizar la composición de los desechos, crear instrumentos para recopilar la información sobre la gestión

de los residuos y desechos (boletas informativas o encuestas). Contactar diferentes grupos que puedan apoyar para realizar el análisis, tales como: estudiantes, asociaciones, comunitarios, organizaciones, los cuales deberán visitar los hogares y recabar la información necesaria requerida en las boletas informativas o encuestas y realizar el análisis de caracterización de acuerdo con las fuentes generadoras ya establecidas, (hogares, mercado, comercios, escuelas, e industria) estableciendo la generación en un tiempo definido, la composición de los desechos, la época del año y la disposición final.

3. Manejo ambiental de los desechos: implementar las “3R”, reducir, reutilizar y reciclar los desechos a través de las medidas primarias y secundarias y compostaje, como medida terciaria debería ser una disposición final a los desechos sólidos no reutilizables en un relleno sanitario.
4. Ubicación de la planta de tratamiento de desechos sólidos y relleno sanitario municipal: Presentar las características ambientales y sanitarias necesarias para la ubicación de una planta de tratamiento de desechos sólidos y un relleno sanitario en el municipio de Santa Clara La Laguna.
5. Programa de recolección efectiva de desechos sólidos: incluye transporte de los residuos y desechos sólidos, tipo de recolección planificada (recolección selectiva), el objetivo es cubrir en su totalidad el municipio con la ruta del tren de aseo, ampliando y mejorando el servicio.
6. Programa de sensibilización y capacitación: crear un programa de sensibilización que permita a la municipalidad trabajar en conjunto con el sector educativo, propietarios de comercios, líderes comunitarios y población en general para crear campañas de sensibilización y conciencia ambiental con éxito.

7. Fortalecimiento legal y administrativo: Crear el Juzgado de Asuntos Municipales, el cual será, la dependencia encargada de la ejecución de las ordenanzas y del cumplimiento de sus disposiciones, resoluciones, acuerdos y reglamentos emitidos por el concejo municipal. Aprobar el reglamento para el manejo integrado de Residuos y Desechos Sólidos en el municipio de Santa Clara La Laguna, donde se normará lo relacionado al almacenamiento, limpieza, ornato, recolección, transporte, reciclaje, disposición final, educación, organización, participación social, prohibiciones, infracciones y sanciones relacionado a los desechos sólidos. (ver plan en anexo 11.6)

5.1.4.2 Planta de tratamiento de desechos sólidos

Se recomienda la creación de una planta de tratamiento de desechos sólidos que contenga las siguientes unidades de tratamiento, según composición de los desechos generados a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

- a) Cámaras de compost para tratar el material orgánico que representa el 61% del total de desechos generados.
- b) Venta del material reciclable, este representa el 0.85% del total de desechos generados.
- c) Relleno sanitario, como destino final de los desechos no recuperables (38.15%).

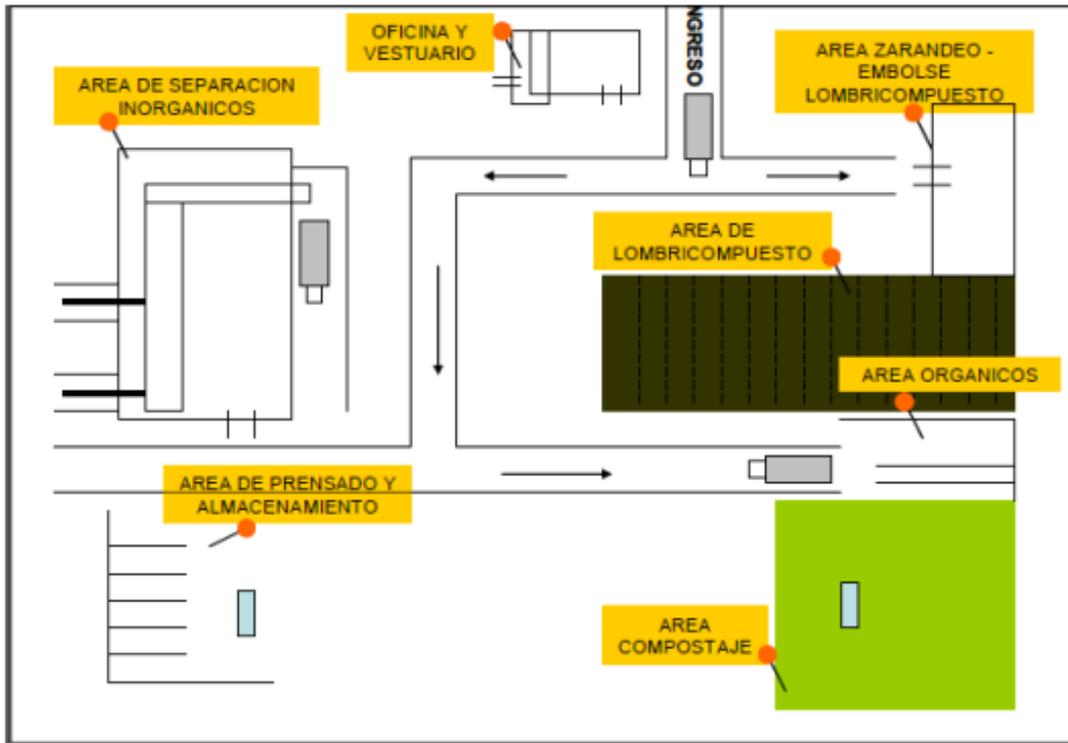


Figura 6. Propuesta de distribución de la planta de tratamiento de residuos y desechos sólidos.

Junto a la planta se recomienda la construcción de un relleno sanitario.

5.1.4.3 Diseño de ruta de tren de aseo

El diseño de la ruta del tren de aseo se generó con la finalidad de cubrir las áreas restantes del municipio.



Figura 7. Mapa de ruta de recolección de residuos y desechos sólidos.

En el territorio el servicio del tren de aseo municipal utiliza un camión, lo cual sólo permite cubrir un porcentaje del municipio, se espera incluir todos los sectores del municipio con un camión nuevo y carretones (por la topografía del lugar) en la ruta propuesta, para disminuir los basureros clandestinos, y la quema de basura, ya que muchas personas recurren a estos métodos por la poca cobertura del servicio.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1** En el municipio de Santa Clara La Laguna, la producción per cápita a nivel domiciliario de desechos sólidos en los meses de junio y julio de 2018 fue de 0.48 kilogramos.
- 6.2** La densidad de los desechos generados en el municipio a nivel domiciliario en los meses de junio y julio fue de 248.42 kg/m³ de material orgánico, 163.27 kg/m³ de material recuperable, 292.52 kg/m³ de material no recuperable.
- 6.3** La composición física de los desechos sólidos generados a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna en los meses de junio y julio de 2018 fue, 61% de material orgánico, 0.85% recuperable, 38.15% no recuperable.
- 6.4** Es necesario realizar una planta de tratamiento de desechos sólidos para el municipio de Santa Clara La Laguna, la cual debe contar con unidades de tratamiento que permitan la selección de los desechos orgánicos, recuperables y no recuperables con el propósito de que el material orgánico sea tratado en cámaras de compost y el material no recuperable a un relleno sanitario.
- 6.5** El Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá es una solución viable para el manejo de los desechos, servirá como instrumento a las autoridades del municipio.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1** Aprovechar el potencial encontrado en los desechos generados a nivel domiciliario en el municipio de Santa Clara La Laguna, por medio de la producción de abono utilizando el material orgánico que representa el 61%, vendiendo el material reciclable que representa el 0.85%.
- 7.2** Crear campañas de educación ambiental, dirigidas hacia la población con el propósito de evitar que la cantidad de desechos per cápita aumente.
- 7.3** Promover campañas de reciclaje que influyan a que la población del municipio reduzca el uso de materiales no reciclables como bolsas plásticas, duroport, pañales desechables, entre otros y promuevan el uso de materiales orgánicos y reciclables.
- 7.4** Incentivar a los propietarios de comercios para que eviten el uso de bolsas plásticas cuando es innecesario, promoviendo la venta de canastos ya que son artesanías realizadas en el municipio.
- 7.5** Promover entre los pobladores del área urbana del municipio la construcción de aboneras familiares para evitar que el material orgánico llegue al botadero municipal en donde son quemados.

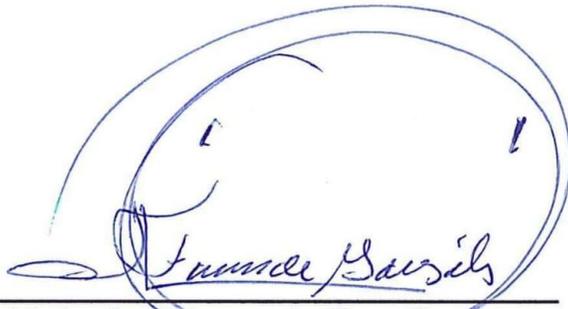
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cabrera, M. 2008. Monografía ambiental región Sur-Occidente. Editorial Piedra Santa. (Documento en línea). Consultado el 5 de julio de 2018. Disponible en:
<https://books.google.com.gt/books?id=oaWGAAAAIAAJ&q=santa+clara+la+lago+laguna,+solola+monografia&dq=santa+clara+la+lago+laguna,+solola+monografia&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi-o66nhVSzlkKHQIAC8AQ6AEIOzAE>
2. Cid, A. D. 2009. Manejo de Desechos sólidos. Venezuela.
3. Cisneros, B. E. 2001. La contaminación ambiental en México causas, efectos y tecnología apropiada. Editorial LIMUSA, S. A. (Documento en línea). Consultado el 16 de abril de 2018. Disponible en:
https://books.google.com.gt/books?id=8MVxlyJGokIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
4. Contreras, J. M. 2011. Manual para el manejo integral de residuos en el valle de Aburrá. Colombia. (Documento en línea). Consultado el 5 de mayo de 2018. Disponible en: http://asei.com.co/files/28_08_2013_02_43_59__upload.pdf
5. Glynn, J.; Gary, W. H. 1999. Ingeniería Ambiental. 2ª. Ed. México, DF. (Documento en línea). Consultado el 20 de mayo de 2018. Disponible en:
https://books.google.com.gt/books?id=ToQmAKnPPzIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

6. 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>
7. 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. (Documento en línea). Consultado el 24 de mayo de 2018. Disponible en: <https://ambiente.lapampa.gob.ar/images/stories/Imagenes/Archivos/Guia.pdf>
8. Licon, E. C. 2016. Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Documento en línea). Disponible en: <https://www.aiu.edu/Integrated-Management-of-Residual-Solids.htm>
9. MARN. Ministerio de Ambientel 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. Guatemala.
10. 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 Tzapotitlán 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.

11. Municipalidad de Santa Clara La Laguna. 2018. Plan de Desarrollo Municipal 2018-2032. Santa Clara La Laguna. Sololá, Guatemala.
12. OCDE. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2014. Indicadores ambientales. (Documento en línea). Consultado el 10 de octubre de 2019. Disponible en: https://ecolec.es/Organización_para_la_Cooperación_y_el_Desarrollo_Económicos/Indicadores-ambientales
13. Ronquillo, N. 2006. Adecuario Ecológico. Colombia.
14. Sánchez, J. 2008. Residuo Sólido (En línea). Consultado el 10 de octubre de 2019. Disponible en: <https://definicion.de/residuo-solido/>
15. Sánchez, N. 2010. Residuo Industrial (En línea). Consultado el 10 octubre de 2019. Disponible en: <https://www.ecolec.es/informacion-y-recursos/tipos-de-residuos/industriales/>
16. Tamez, C. 2003. Manual de Ecología Básica y de Educación Ambiental. México. (Documento en línea). Consultado el 12 de junio de 2018. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2311/Mochica_Puma_Elizabeth_Lucy.pdf.txt;jsessionid=EBEA0D8DEBA5F07F5B9CAE5C18F5C1E6?sequence=4

17. Toledo, R. D. 2010. La Contaminación de Residuos Urbanos en la Comunidad Valenciana. Situación actual y propuesta de mejora. México. (Documento en línea). Consultado el 2 de julio de 2018. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/27122/TFC%20ESTEFAN%20C3%8DA%20TOLEDO%20RODRIGO.pdf?sequence=1>
18. Torey, C. 2014. Desechos sólidos (En línea). Consultado el 10 de octubre de 2019. Disponible en: <https://definicion.de/desechos-solidos/>
19. Triola, M. 2004. Estadística. Novena edición. (Documento en línea). Consultado el 10 de octubre de 2019. Disponible en: <https://books.google.com.gt/books?id=Lj5VlatlLhsC&pg=PA327&dq=95%25+de+confianza+para+determinar+el+tama%C3%B1o+de+la+muestra&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjVs9qKrpPIAhXxct8KHxu3CYAQ6wEIRDAE#v=onepage&q=95%25%20de%20confianza%20para%20determinar%20el%20tama%C3%B1o%20de%20la%20muestra&f=false>
20. Tuj, R. 2016. Información General del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá. (En línea). Consultado el 17 de junio de 2018. Disponible en: <http://santaclarainformacion.blogspot.com/2016/09/santa-clara-la-laguna-solola-historia.html?m=1>



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



IX. ANEXOS

9.1 Acrónimos

ADIMA: Asociación de Desarrollo Integral de la Mujer Maya.

ASUVIM: Asociación Integral Unidos para Vivir Mejor.

CAP: Centro de Atención Permanente.

COCAVENT: compostaje por cámaras ventiladas.

DSM: Desechos Sólidos Municipales.

EPSIGAL: Ejercicio Profesional Supervisado Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

MARN: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

PDM: Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial

PET: polyethylene terephthalate (politereftalato de etileno).

PMT: Policía Municipal de Tránsito.

PNC: Policía Nacional Civil.

PPC: Producción Per Cápita

9.2 Glosario

1. **Desechos domésticos:** son los desechos generados en los hogares por las actividades propias de las personas en sus viviendas. Estos desperdicios contienen por lo general restos alimenticios, envolturas de alimentos y papeles. En menor proporción restos de cerámica, aerosoles de lata, muebles y aparatos eléctricos. (Torey, 2014)
2. **Desechos industriales:** son los desechos generados por las industrias como resultado de sus procesos de producción. (Torey, 2014)
3. **Desechos rurales:** son los desechos que se producen en el campo, fuera de las cabeceras distritales y donde las viviendas se establecen en forma dispersa. (Torey, 2014)
4. **Desechos urbanos:** son los desechos correspondientes a las poblaciones, tales como los desechos de parques y jardines, inmobiliario urbano inservible, restos alimenticios, los desperdicios de las mismas actividades comerciales como los empaques, llantas, electrodomésticos, etc. (Torey, 2014)
5. **Indicadores ambientales:** Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la OCDE, un indicador es "un parámetro, o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, y que posee un significado más amplio que el estrictamente asociado a la configuración del parámetro". (OCDE, 2014)

Como ha sido la práctica desde que se empezaron a usar los indicadores, estos se clasifican en una de las siguientes tres categorías:

- **Tipo I:** Significa que se cuenta con data disponible, generada por monitoria constante.
- **Tipo II:** para este tipo de indicador hay data completa o parcial generada por monitoria constante, pero se necesita data adicional o más amplia, así

como mayor análisis y manejo de la misma antes de poder presentar una tendencia o estatus.

- **Tipo III:** Se trata de un indicador conceptual para el que no hay suficientes datos disponibles.

6. Materia inorgánica: compuestos de tipo mineral que, generalmente, no son volátiles, ni combustibles ni biodegradables.

7. Materia orgánica: provienen de la materia viva e incluyen restos de alimentos, papel y estiércol.

8. 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). (Licona, 2016)

9. Residuo industrial: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial. (Sánchez, 2010)

10. Residuo sólido: es un material que se desecha después de que haya realizado un trabajo o cumplido con su misión. Se trata, por lo tanto, de algo inservible que se convierte en basura y que, para el común de la gente, no tiene valor económico.

9.4 Mapas de ubicación de viviendas muestreadas del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

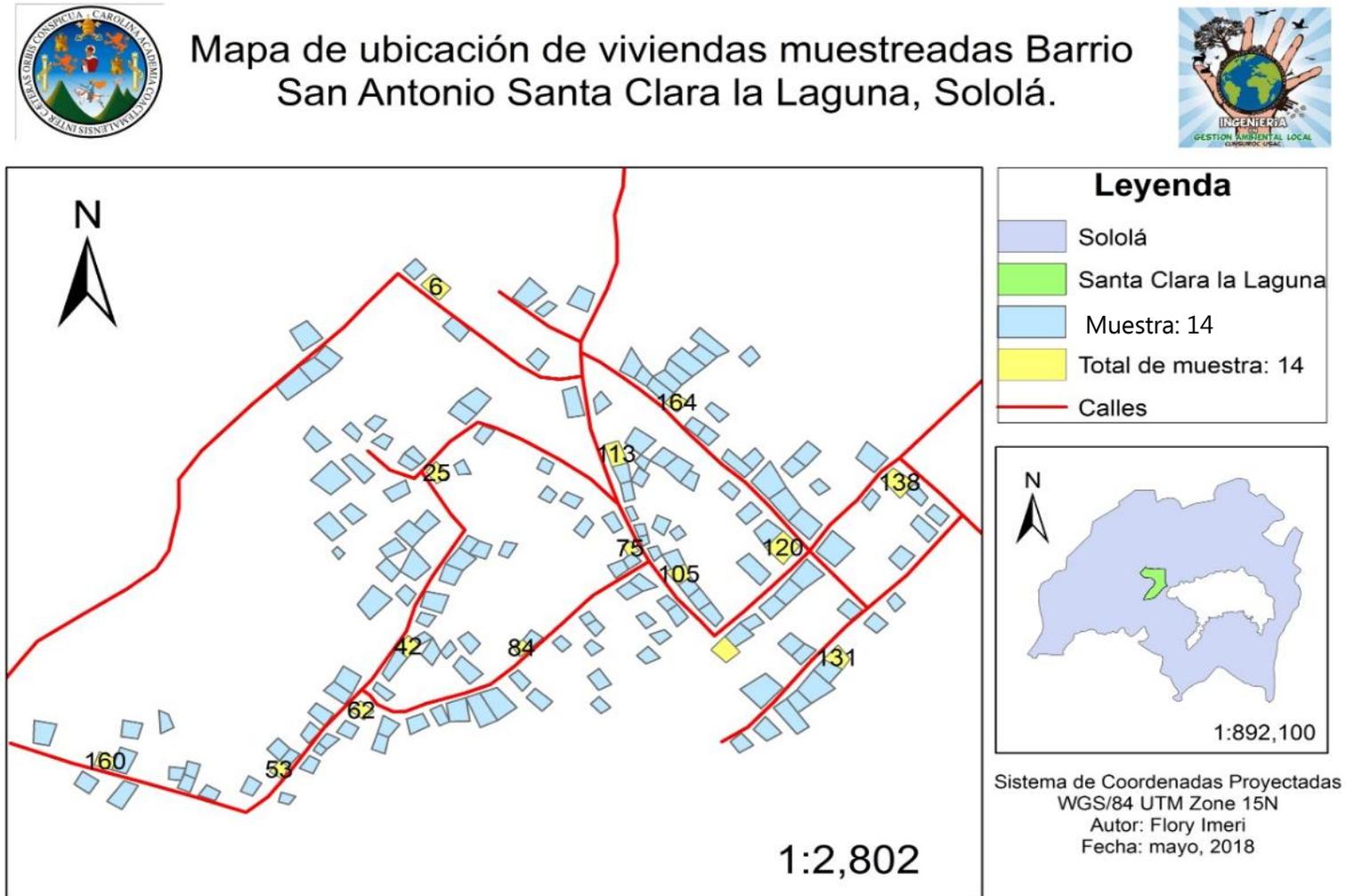


Figura 9. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio San Antonio.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector II. Santa Clara la Laguna, Sololá.

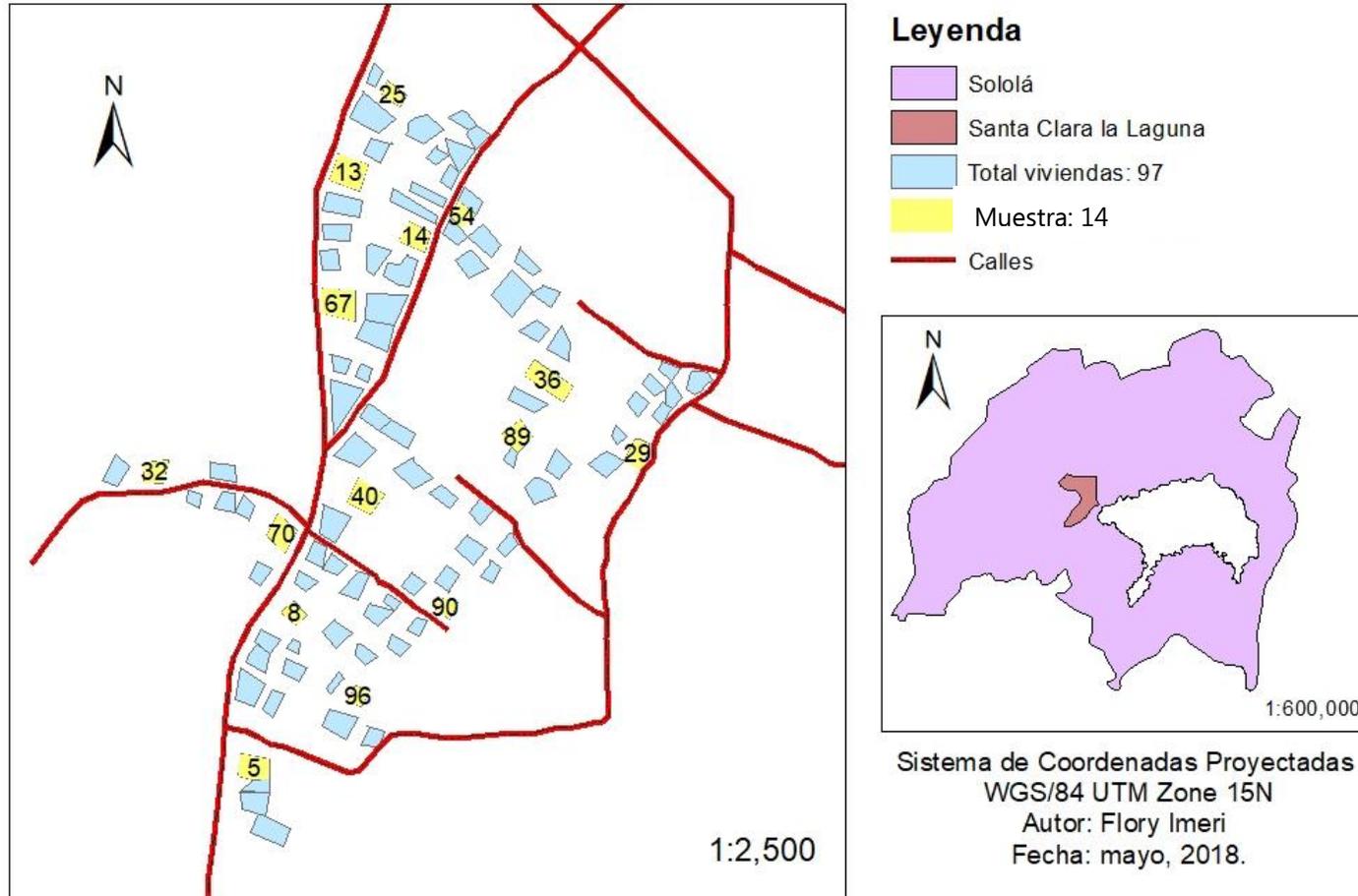
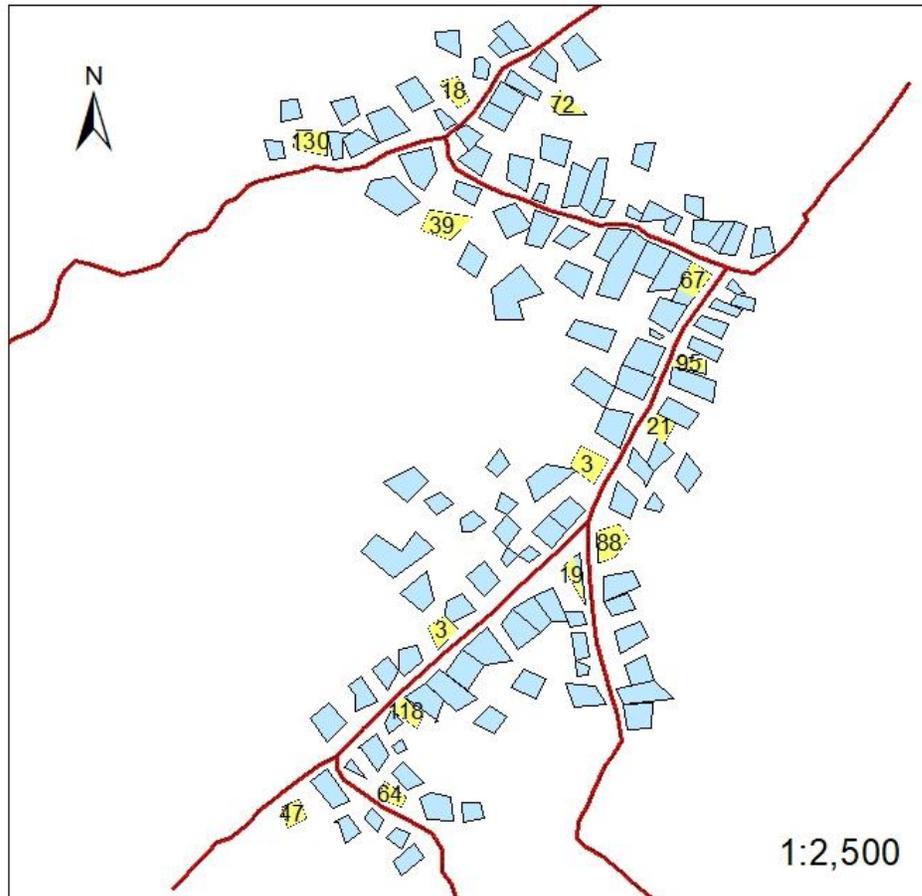


Figura 10. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector II.

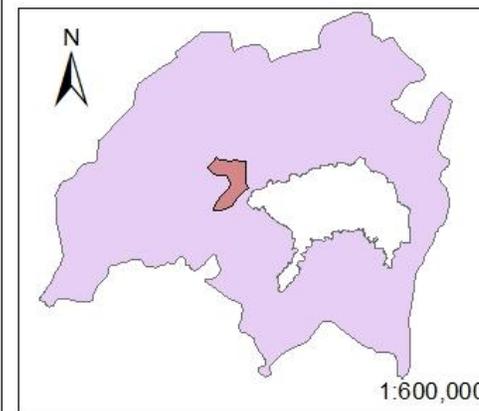


Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Barrio San Miguel.
Santa Clara la Laguna, Sololá.



Leyenda

- Sololá
- Santa Clara la Laguna
- Total de viviendas: 133
- Muestra: 14
- Calles



Sistema de Coordenadas Proyectadas
WGS/84 UTM Zone 15N
Autor: Flory Imeri
Fecha: mayo, 2018.

Figura 11. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio San Miguel.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Cementerio.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

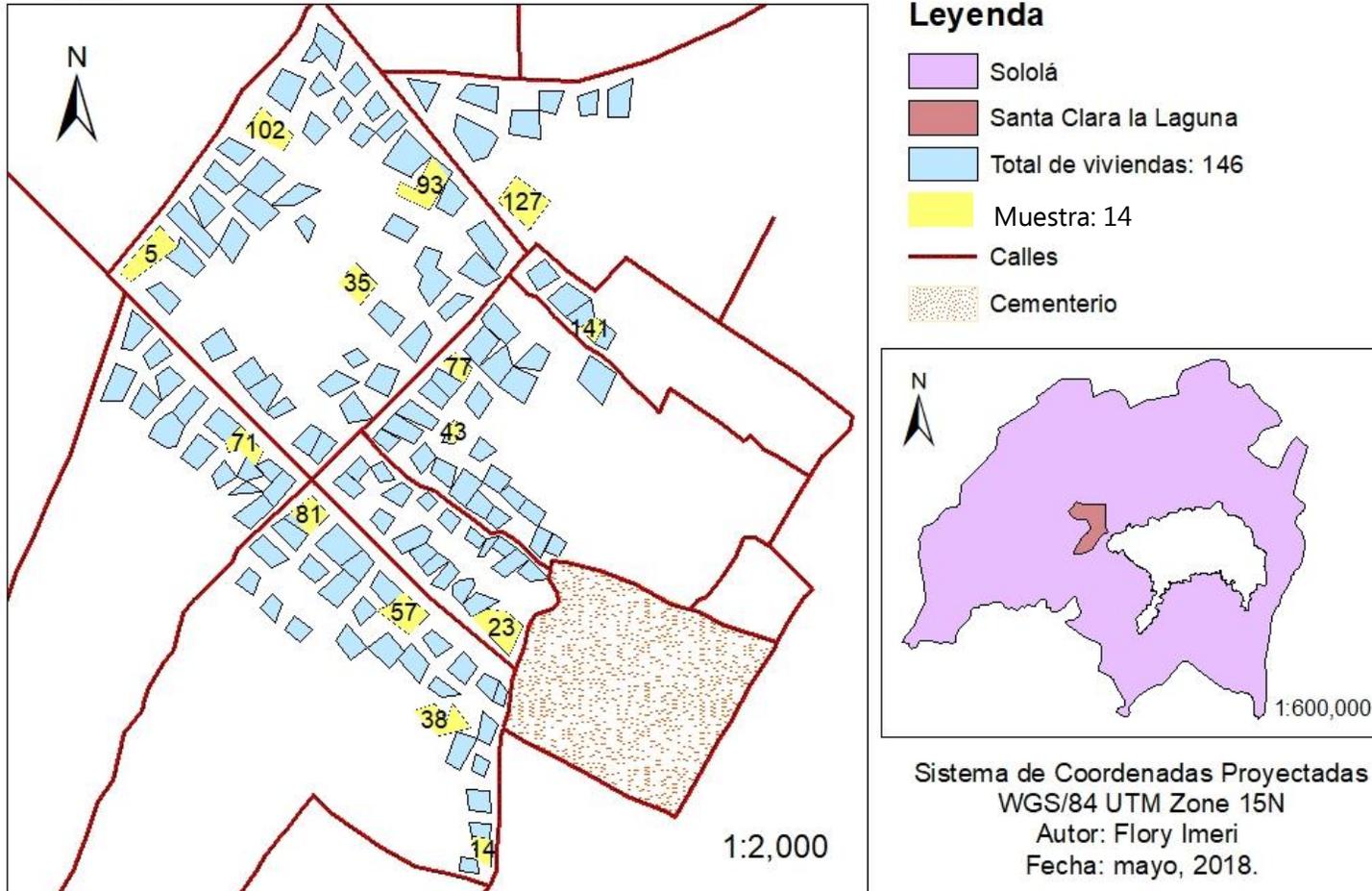


Figura 12. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Cementerio.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Barrio El Paraíso.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

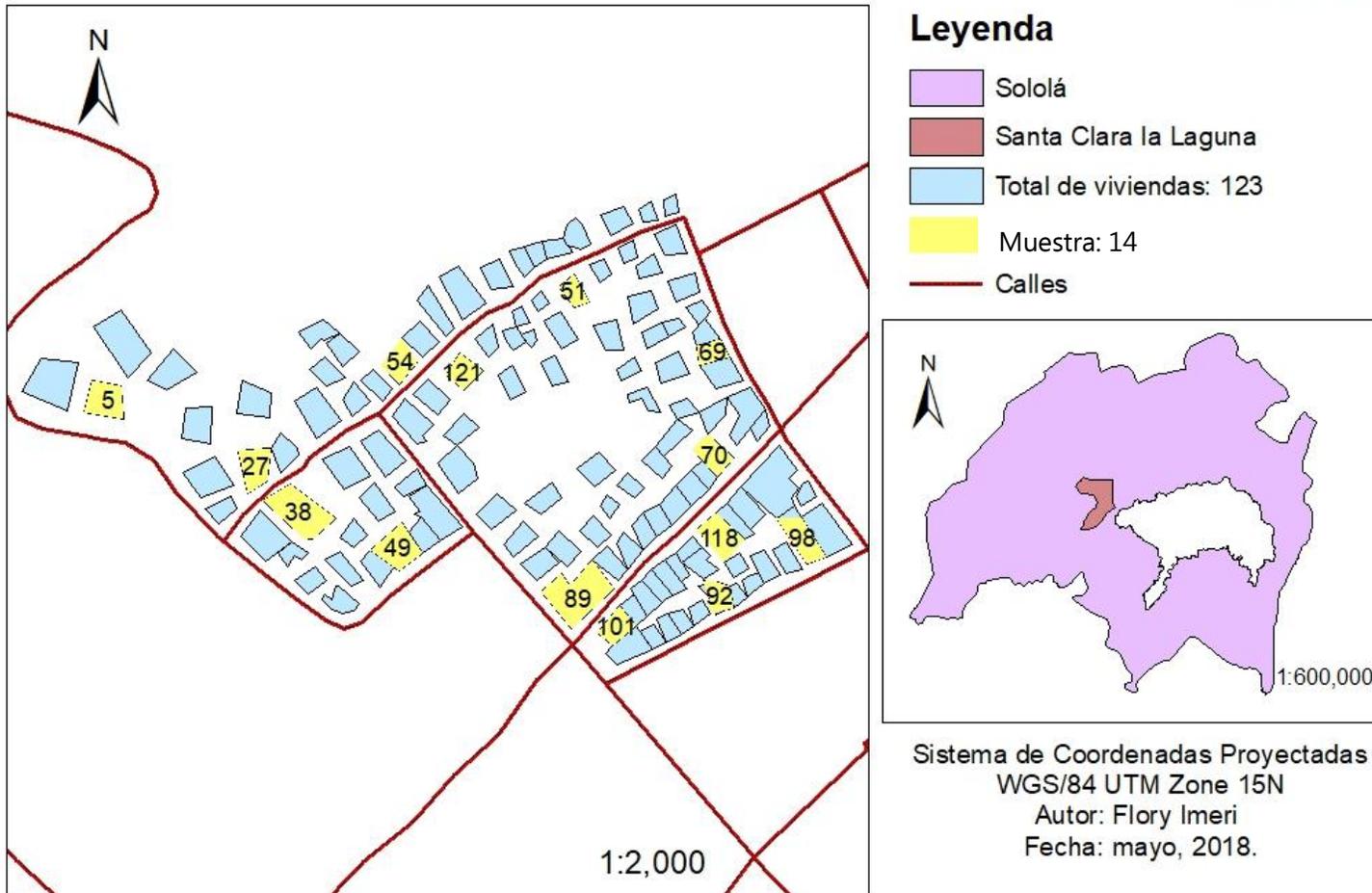


Figura 13. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio El Paraíso.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Las Flores.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

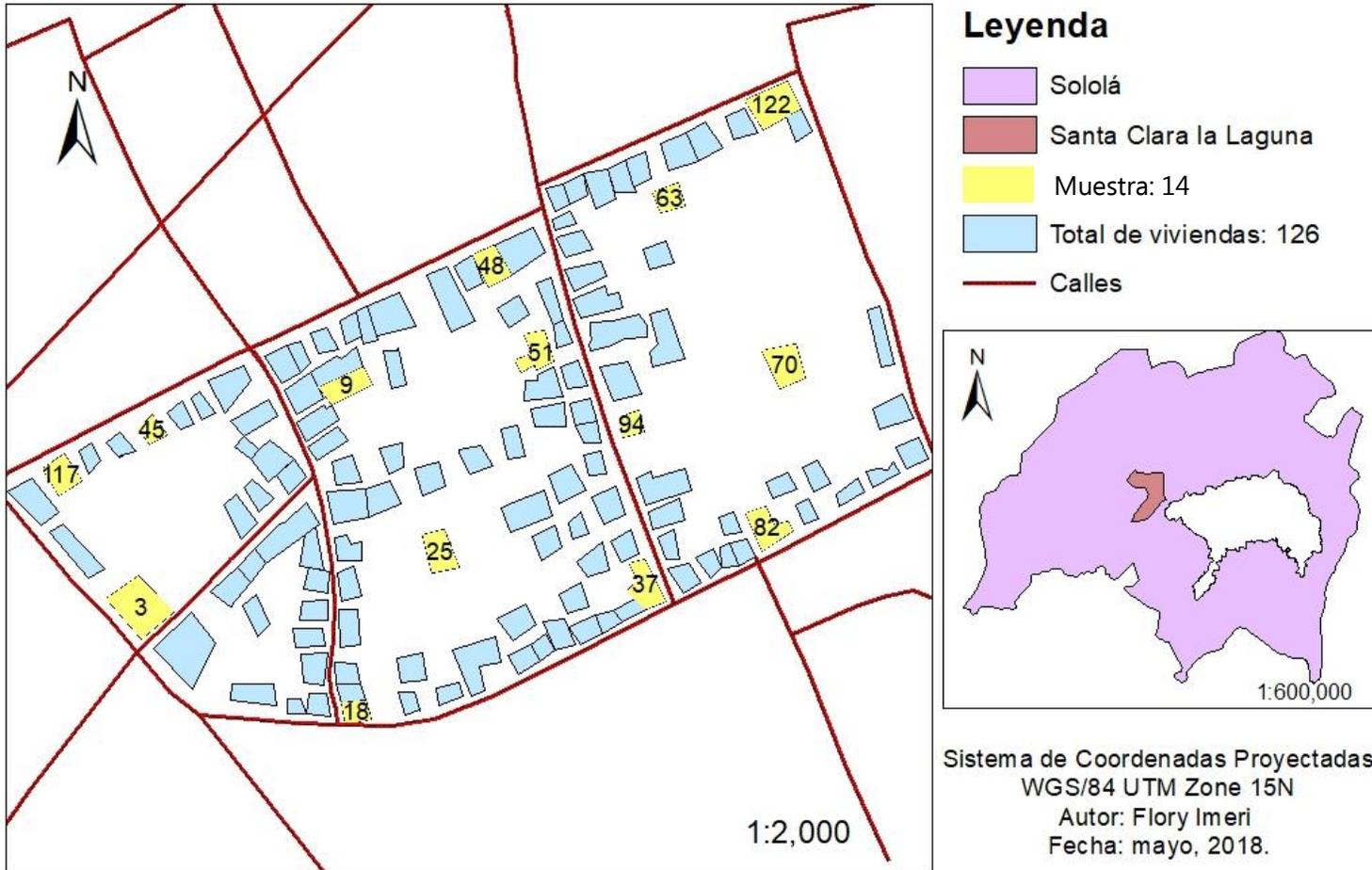


Figura 14. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Las Flores.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Centro Norte.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

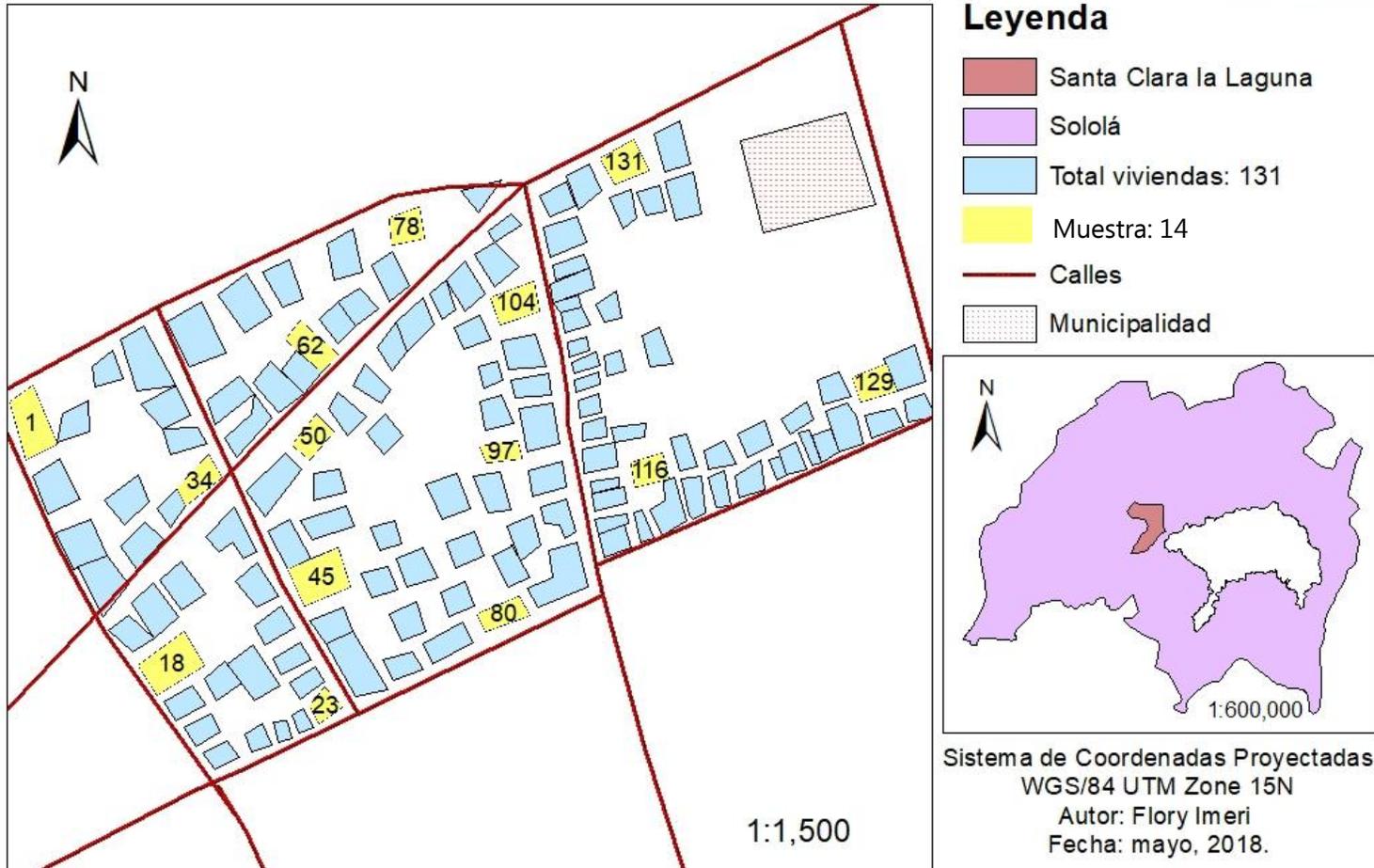


Figura 15. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Centro Norte.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Las Cristalinas.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

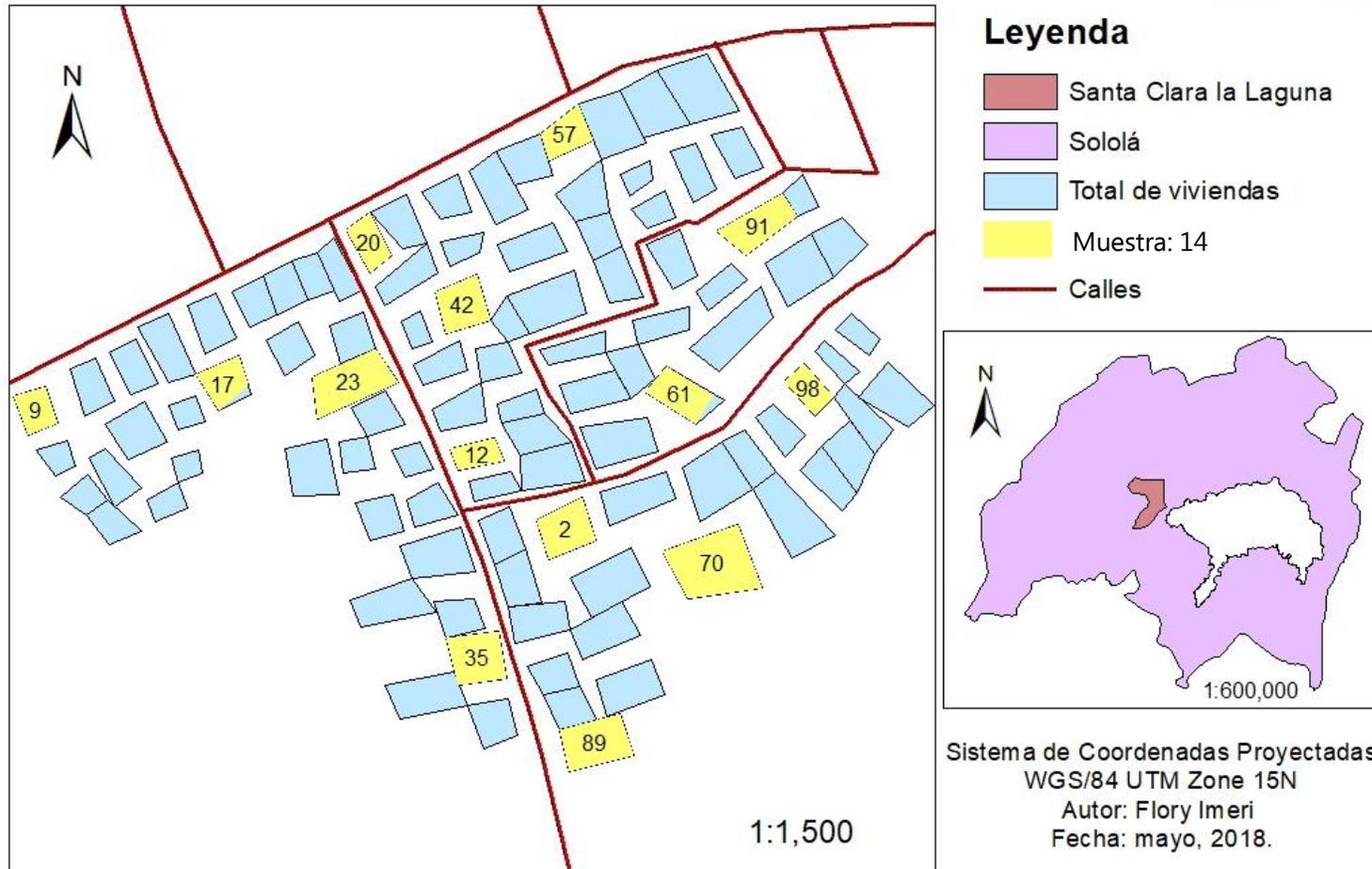


Figura 16. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Las Cristalinas.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Pabeyá.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

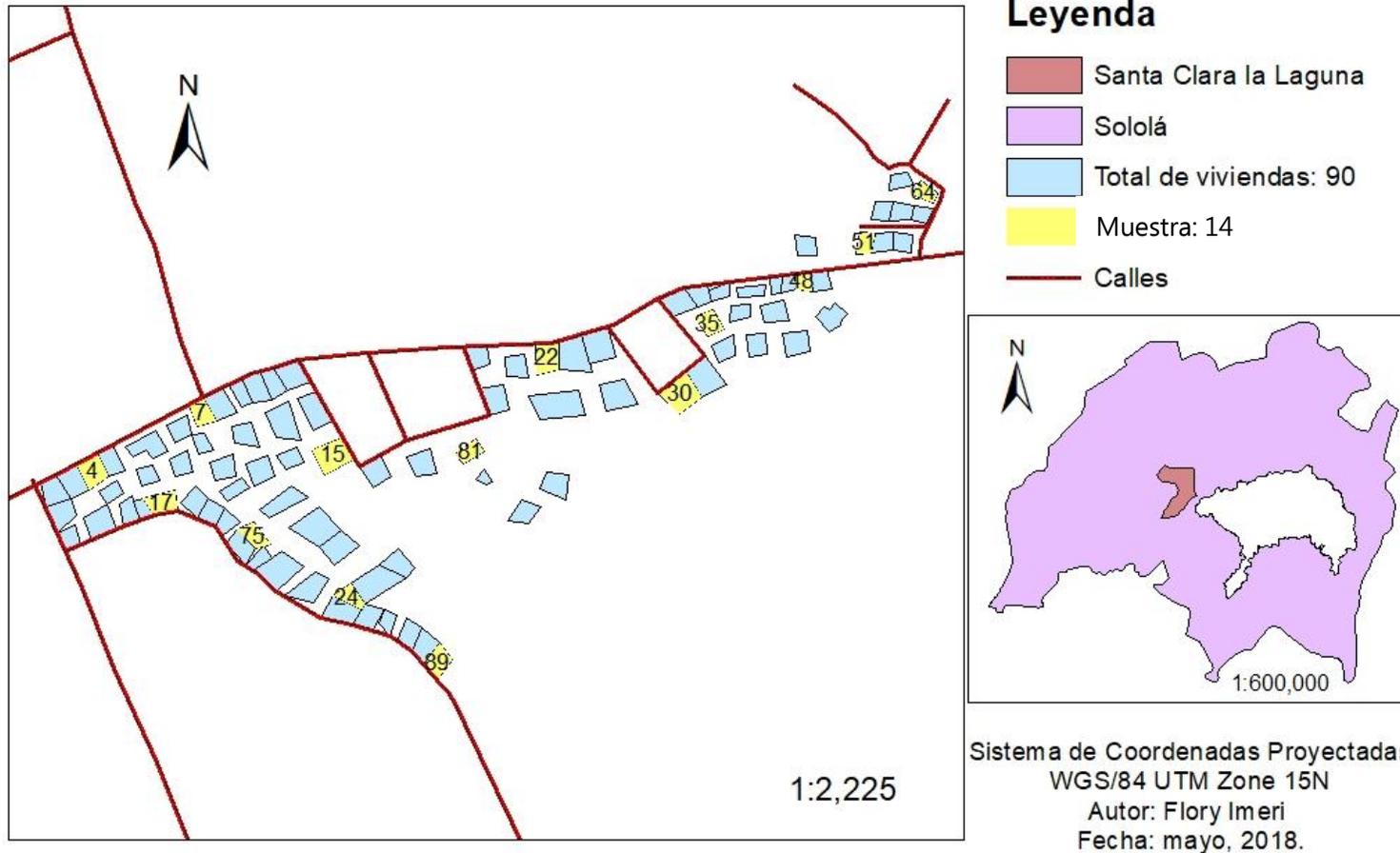


Figura 17. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Pabeyá.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Entrada Principal.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

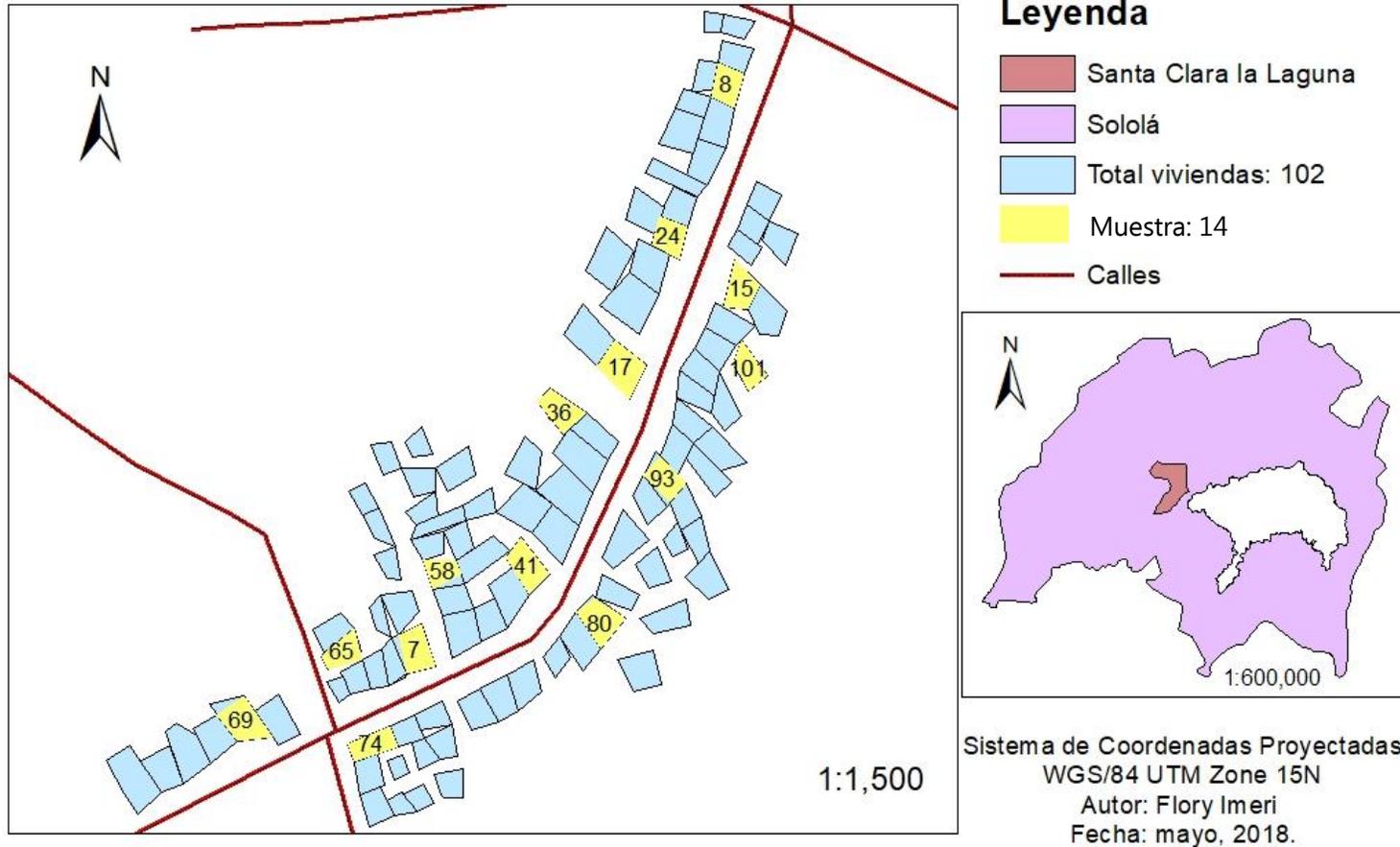


Figura 18. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Chichiyal.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Entrada Principal.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

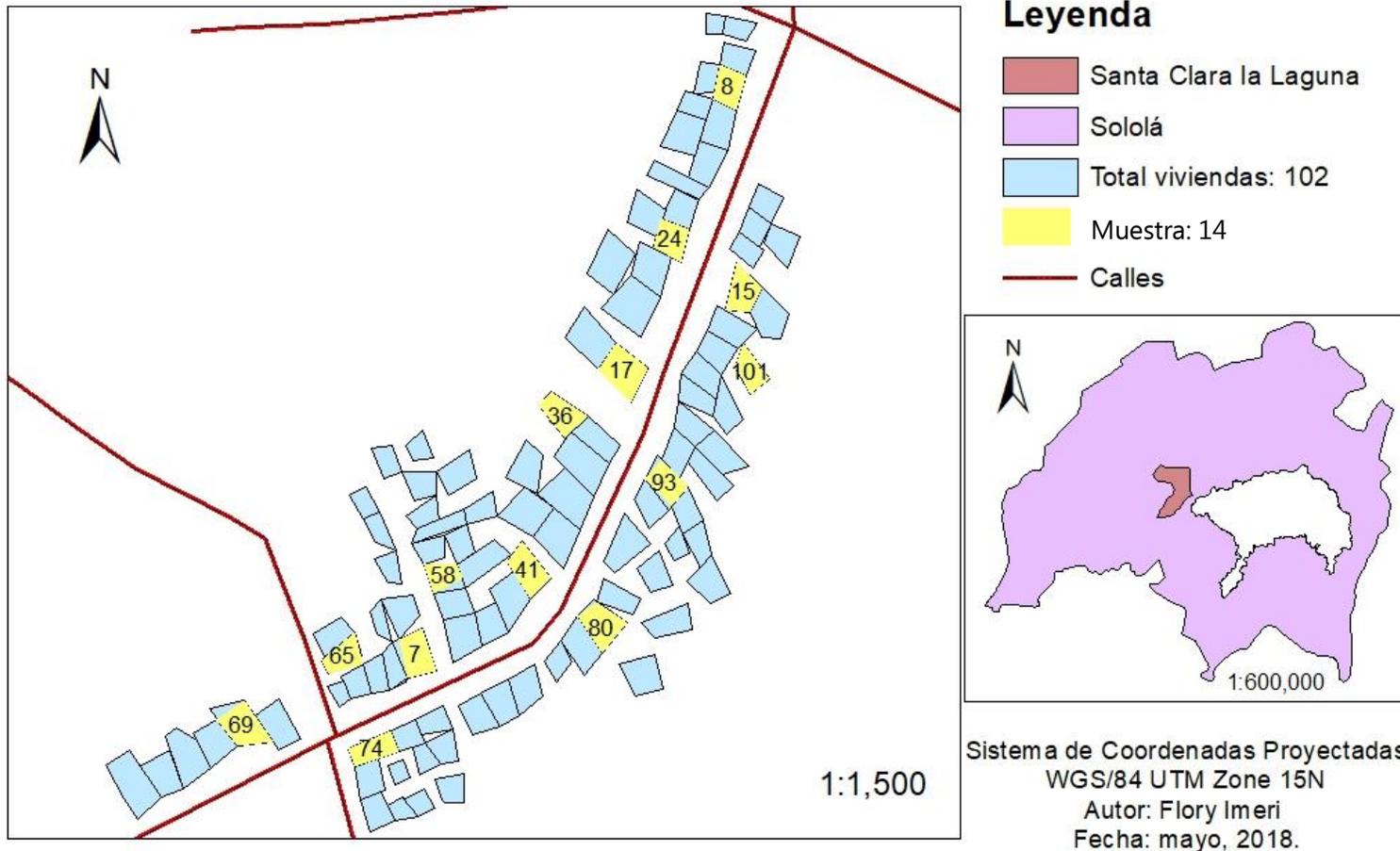


Figura 19. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Entrada Principal.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Sector Xemonté.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

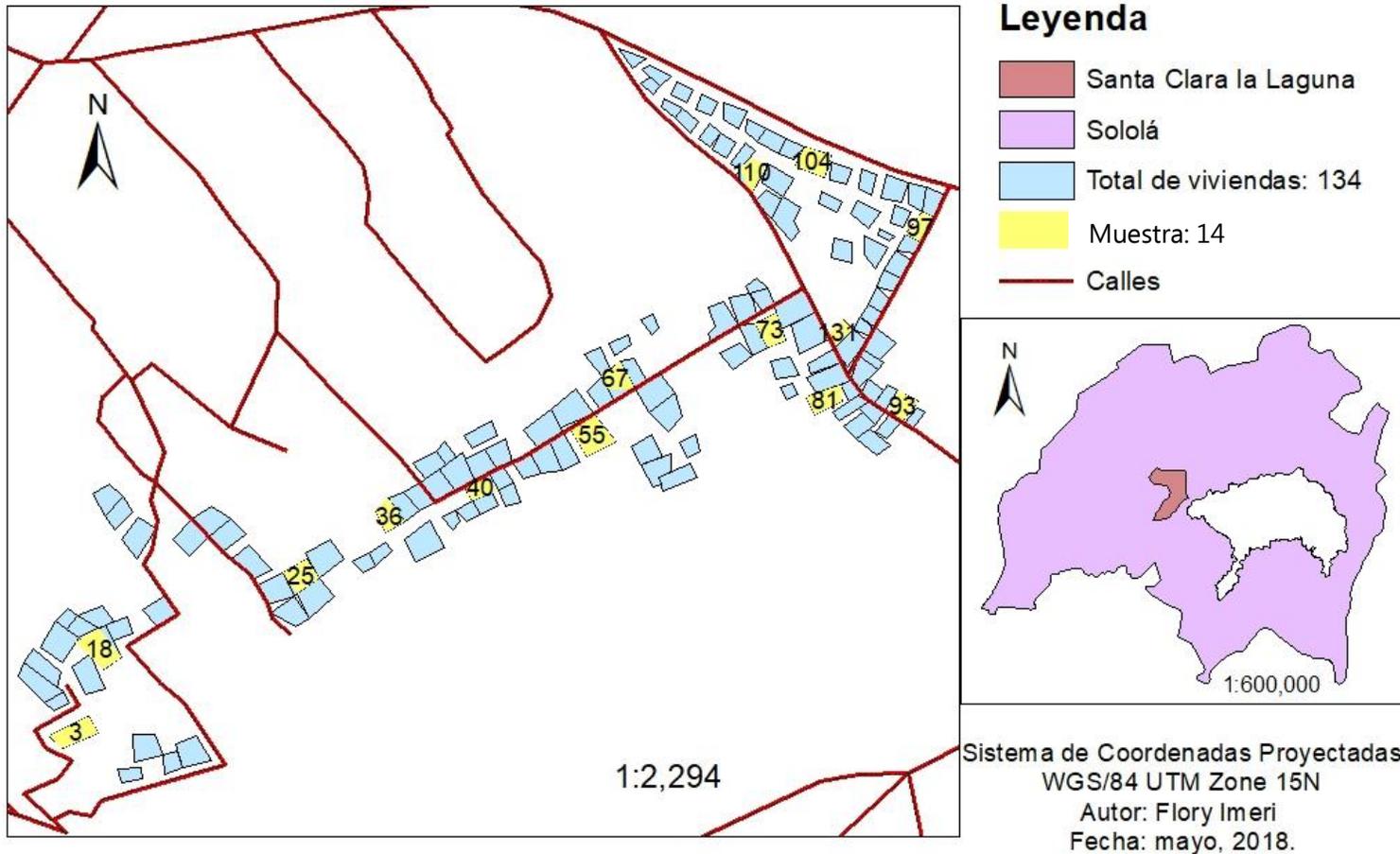


Figura 20. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Sector Xemonté.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Barrio Las Rosas.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

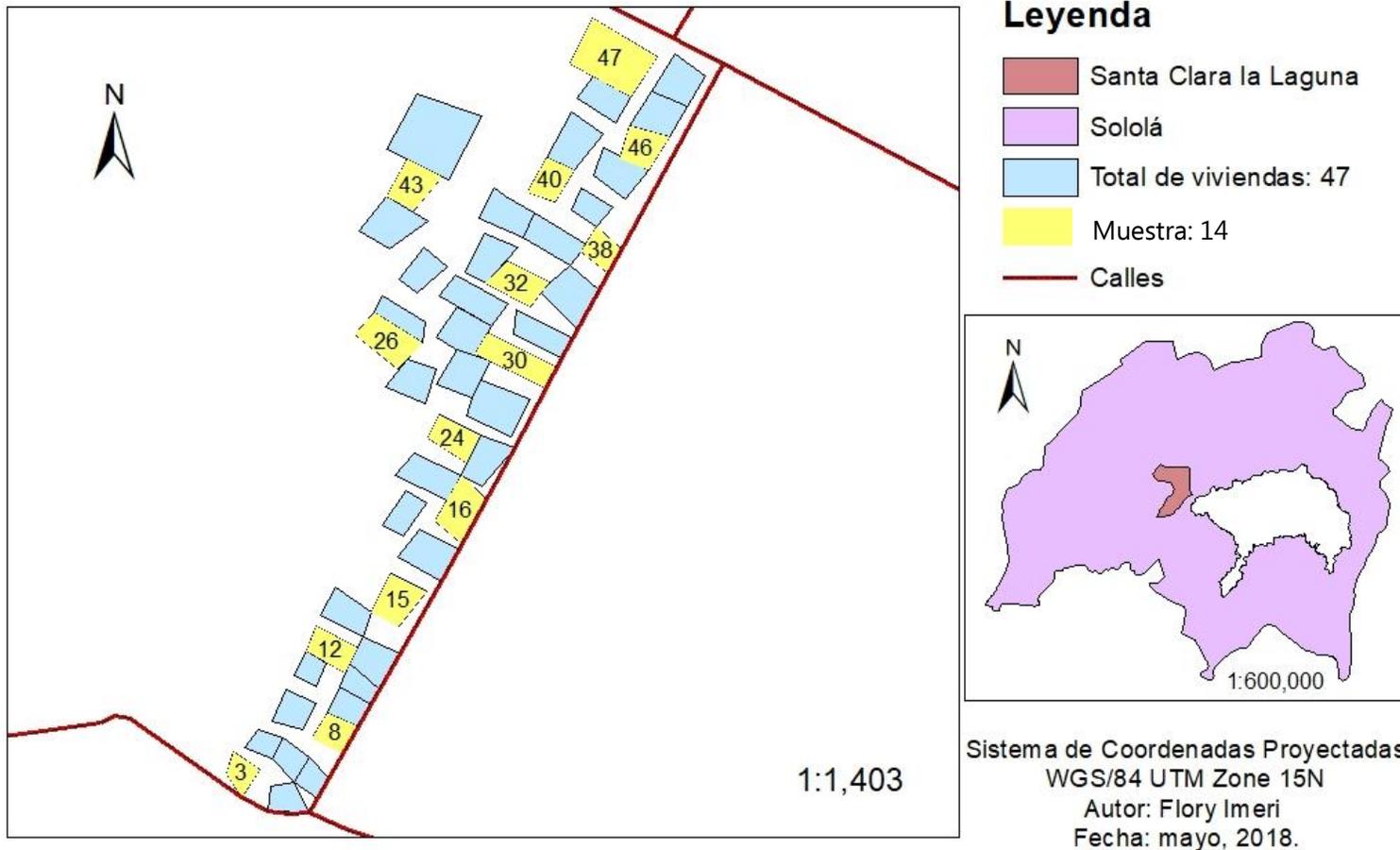


Figura 21. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Barrio Las Rosas.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Caserío Chacap. Santa Clara la Laguna, Sololá.

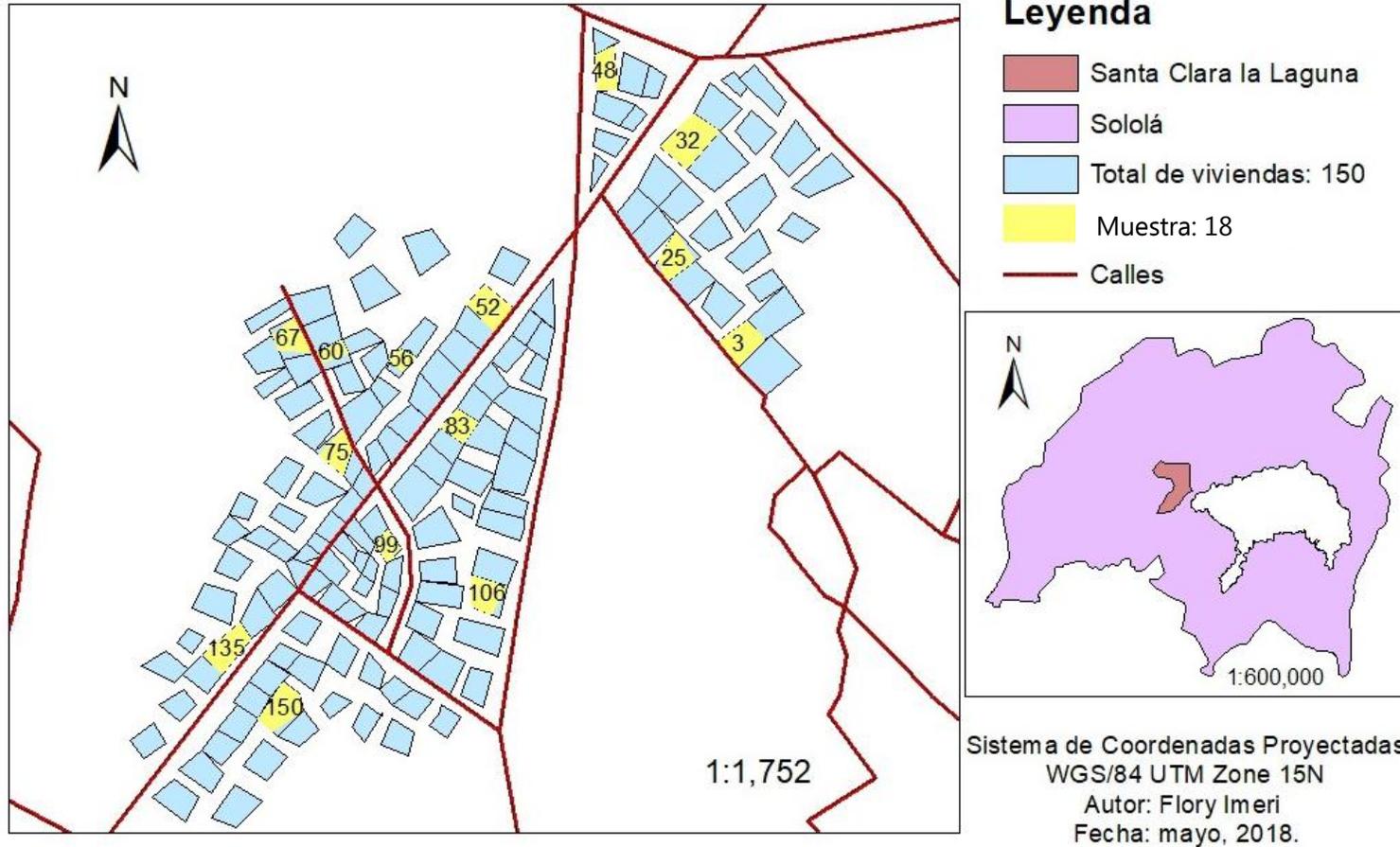


Figura 22. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Caserío Chacap.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Cantón Xiprián.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

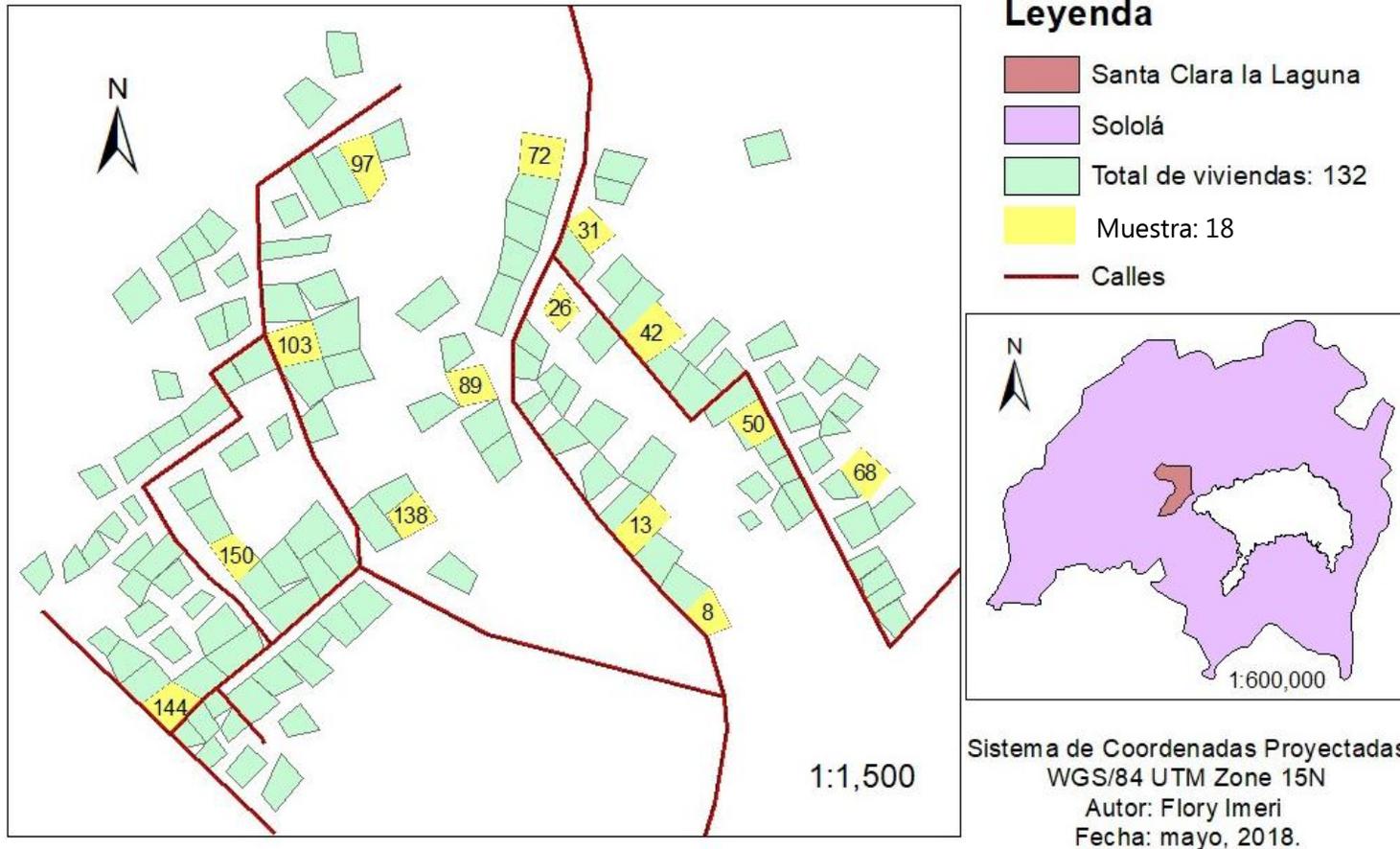


Figura 23. Mapa de ubicación de viviendas muestreadas para caracterización, Cantón Xiprián.



Mapa de ubicación de viviendas muestreadas, Aldea Paquip.
Santa Clara la Laguna, Sololá.

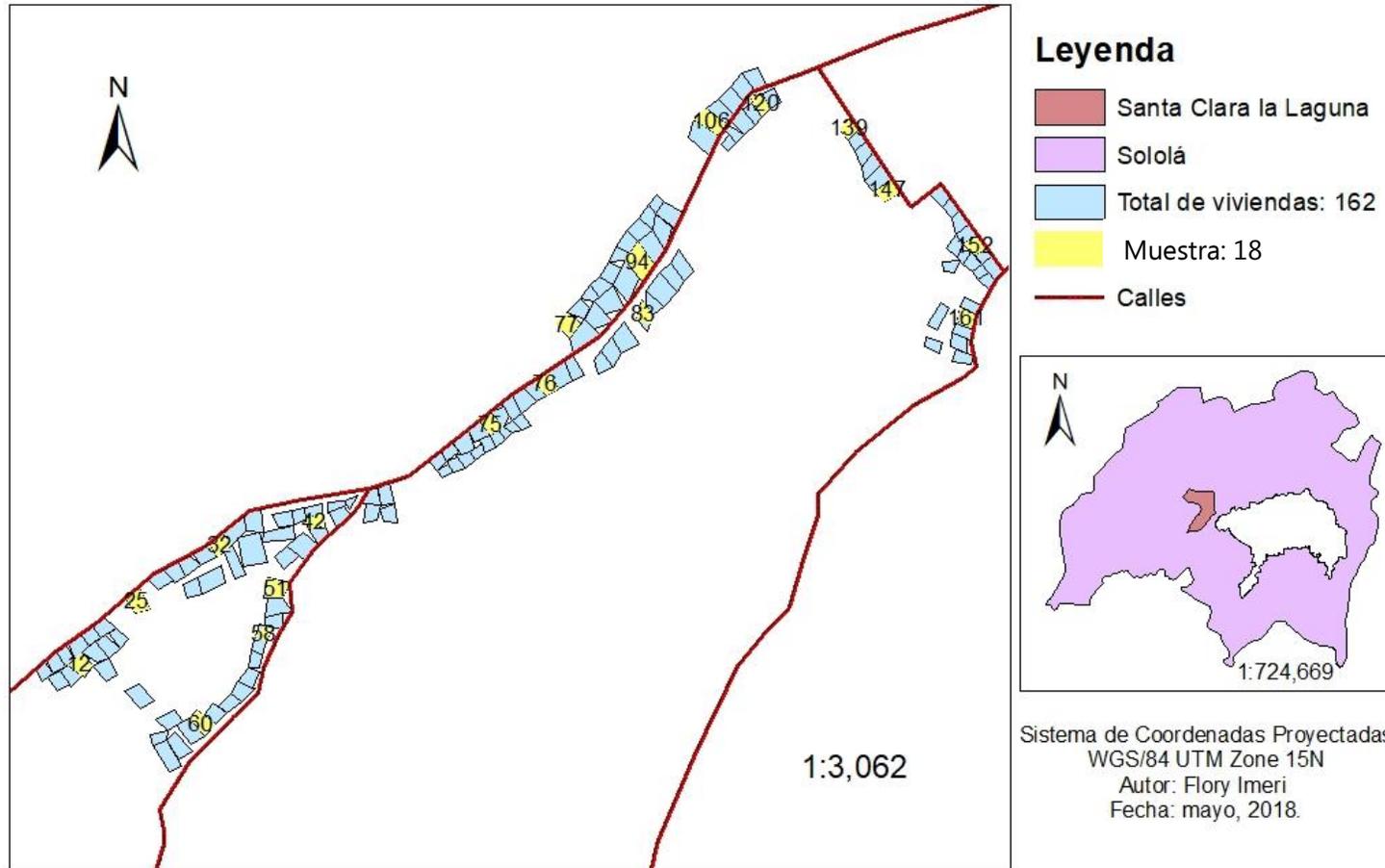


Figura 24. Mapa de ubicación de viviendas para caracterización, Aldea Paquip.

9.5 Fotografías del proceso del proceso del pesado y clasificación de desechos domiciliars del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.



Figura 25. Fotografía de residuos y desechos sólidos domiciliars, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.



Figura 26. Fotografía de pesado de residuos y desechos sólidos domiciliars, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.



Figura 27. Fotografía del proceso de clasificación de los desechos sólidos domiciliarios, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.



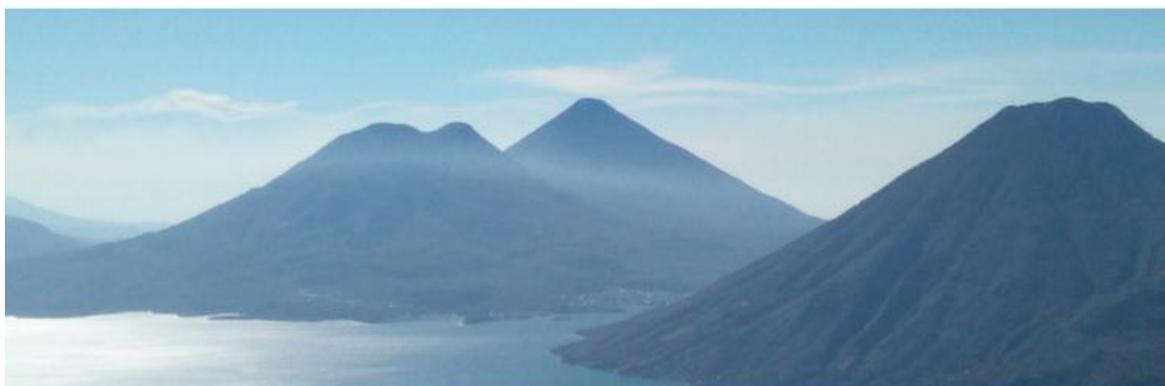
Figura 28. Fotografía de pesado de desechos inorgánicos recuperables domiciliarios, utilizados para caracterización del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

9.6 Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.



PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ 2018

Equipo Multidisciplinario, Ejercicio Profesional Supervisado
Multidisciplinario, Universidad de San Carlos de Guatemala



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO 1: Capítulo introductorio	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.1. Delimitación	4
1.1.2. Justificación	6
1.1.3. Antecedentes.....	7
1.2. Objetivos	8
1.2.1. Objetivo general	8
1.2.2. Objetivos específicos.....	8
1.3. Metodología.....	8
1.3.1. Fase de investigación	8
1.3.2. Fase conceptual	9
1.3.3. Fase de análisis.....	9
1.3.4. Fase de propuesta	10
2. CAPITULO 2: Marco conceptual.....	11
2.1. Residuo sólido.....	11
2.1.1. Residuo domiciliario	11
2.1.2. Residuo comercial.....	11
2.1.3. Residuo de limpieza de espacios públicos	12
2.1.4. Residuo de establecimiento de atención de salud	12
2.1.5. Residuo industrial.....	12
2.1.6. Residuo de las actividades de construcción.....	12
2.1.7. Residuo agropecuario	12
2.1.8. Residuo de instalaciones o actividades especiales.....	12
2.2. Desecho	12
2.3. Desecho sólido.....	13
2.3.1. Desechos orgánicos	13
2.3.2. Desechos inorgánicos	14
2.3.3. Desechos peligrosos	14
2.3.4. Desechos industriales	14
2.4. Desechos sólidos municipales (DSM)	14
2.4.1. Desechos sólidos recuperables	15

2.4.2.	Desechos sólidos no recuperables	15
2.5.	Clasificación de desechos sólidos.....	15
2.6.	Indicadores de desechos sólidos	15
2.6.1.	Generación de desechos sólidos per cápita (PPC).....	16
2.6.2.	Prueba de densidad o peso volumétrico (kg/m ³).....	16
2.7.	Caracterización de desechos sólidos	16
2.8.	Manejo integral de los desechos sólidos.....	17
2.8.1.	Recuperación.....	17
2.8.2.	Tratamiento.....	17
2.8.3.	Relleno sanitario o vertedero controlado	17
2.8.4.	Compostaje.....	18
2.8.5.	Lagunas de estabilización de lixiviados	18
2.9.	Marco Legal de la Gestión de los Desechos Sólidos en Guatemala.....	19
2.9.1.	Decreto Número 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo. Artículo 29. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.	19
2.9.2.	Acuerdo Gubernativo Número 50-2015, Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.	19
2.9.3.	Decreto Número 12-2002 Código Municipal	20
2.9.4.	Constitución Política de la República de Guatemala	20
2.9.5.	Código de Salud (Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala)	21
3.	CAPÍTULO 3: Contexto referencial del municipio	22
3.1.	Contexto territorial municipal.....	22
3.1.1.	Antecedentes históricos de la comunidad	22
3.1.2.	Factores territoriales	22
3.2.	Aspectos biofísicos.....	24
3.2.1.	Clima.....	24
3.2.2.	Hidrografía	24
3.2.3.	Suelos.....	26
3.2.4.	Caracterización biótica	28
3.2.5.	Flora.....	28
3.2.6.	Fauna.....	28
3.3.	Factores demográficos.....	29
3.3.1.	Cantidad de población.....	29

3.3.2.	Población por lugar de ubicación actual	29
3.3.3.	Población por etnia	29
3.3.4.	Población por edades.....	29
3.3.5.	Población por actividad económica	29
3.3.6.	Población analfabeta	29
3.4.	Factores culturales	30
3.4.1.	Idioma	30
3.4.2.	Religión.....	30
3.4.3.	Fiestas del municipio	30
3.4.4.	Educación.....	30
3.5.	Factores económicos	32
3.5.1.	Principales actividades y de servicio del municipio	32
3.5.2.	Artesanías	32
3.6.	Servicios públicos	33
3.6.1.	Servicios de alcantarillado y calles	33
3.6.2.	Agua potable.....	33
3.6.3.	Servicio de energía eléctrica	34
3.6.4.	Vías de acceso y transporte	34
3.6.5.	Telecomunicaciones	34
3.6.6.	Mercado.....	35
3.6.7.	Rastro	35
3.6.8.	Cementerio.....	35
3.6.9.	Estación de bomberos.....	36
3.6.10.	Sub-Estación de la Policía Nacional Civil	36
4.	CAPÍTULO 4: Análisis de prácticas actuales del manejo de desechos sólidos 37	
4.1	Generación de desechos	37
4.2	Caracterización de los desechos	37
4.2.1	Metodología utilizada en el proyecto de caracterización de desechos sólidos domiciliarios de Santa Clara la Laguna 2,018.....	38
4.3	Recolección	41
4.3.1	Servicio de recolección	41
4.3.2	Cobertura de recolección	41
4.3.3	Transporte de los desechos	42

4.4 Disposición final	42
4.4.1 Botadero Municipal a cielo abierto.....	42
4.4.2 Otras formas de disposición	45
4.5 Prácticas de reciclaje en el Municipio	46
4.6 Razones de la disposición actual de los desechos.....	47
4.7 Análisis de impactos ambientales	47
4.8 Puntos críticos de riesgo ambiental y de salud.....	49
4.9 Análisis FODA de Manejo de Desechos del Municipio de Santa Clara La Laguna	51
4.10 Diagrama causa y efecto del manejo de desechos	54
5. CAPÍTULO 5: Propuesta de Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos ..	56
5.1. Árbol de objetivos	56
5.2. Línea estratégica 1: Participación social	60
5.3 Línea estratégica 2. Diagnóstico y caracterización de los desechos	61
5.4 Línea estratégica 3. Manejo ambiental de desechos	63
5.4.1 Medidas Primarias	63
5.4.2 Medidas Secundarias	64
5.4.3 Medidas Terciarias.....	65
5.5 Línea Estratégica 4: Ubicación de Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos y Relleno Sanitario Municipal	67
5.5.1 Condiciones para la ubicación de un relleno sanitario en Santa Clara La Laguna.....	68
5.6 Línea Estratégica 5: Programa de Recolección Efectiva de Desechos Sólidos ...	71
5.6.1 Transporte de los residuos y desechos	73
5.6.2 Tipo de recolección planificada: Recolección Selectiva	73
5.6.3 Método de recolección	73
5.7 Línea Estratégica 6: Programas de Sensibilización y Capacitación.....	75
5.8 Línea Estratégica 7: Fortalecimiento legal y administrativo.....	76
5.9 Priorización y cronograma	77
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Basura ubicada en el Río Chichóq cercano al vivero municipal. Fotografía: Rocío Silva, 2018.....	3
Figura 2. Línea de trabajo para lograr una gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara La Lagura. Fuente: elaboración propia, Equipo Multidisciplinario EPSUM-USAC, 2018; con base a la guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos (Alvarez, 2016).....	4
Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá. Fuente: modificado de (García, 2008).....	5
Figura 4. Acciones municipales a lo largo del tiempo en cuanto a residuos y desechos sólidos. Fuente: elaboración propia, Equipo Multidisciplinario EPSUM-USAC, 2018.	6
Figura 5. Metodología empleada para la elaboración del “Plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna”. Fuente: elaboración propia, Equipo Multidisciplinario EPSUM-USAC, 2018, con base a la metodología empleada por Zamora, 2013.....	10
Figura 6. Mapa de ríos en Santa Clara La Laguna, Sololá. Fuente (García, 2008).	25
Figura 7. Disposición de los desechos en el Botadero Municipal. Fotografía: Flory Imeri, 2018.....	43
Figura 8. Manejo actual de los desechos en el Botadero Municipal. Fotografía: Flory Imeri, 2018.....	44
Figura 9. Abertura de la estructura para la salida de lixiviados. Fotografía: Flory Imeri, 2018.....	45
Figura 10 Diagrama Causa y Efecto.....	55
Figura 11. Árbol de objetivos.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tenencia de la tierra en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá	24
Tabla 2. Tipos de suelos, clases agrológicas y su extensión territorial del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá	27
Tabla 3. Clasificación de desechos a reciclar.....	46
Tabla 4. Ponderación de análisis de impactos ambientales	47
Tabla 5. Análisis de puntos críticos.....	50
Tabla 6 Análisis FODA	51
Tabla 7. Enlace de alternativas de solución y líneas estratégicas	58
Tabla 8. Clasificación de los desechos sólidos.	73
Tabla 9. Cronograma de ejecución del plan municipal de gestión integral de residuos y desechos sólidos	78

INTRODUCCIÓN

El plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos es un instrumento de planificación enfocado en el manejo de los mismo (Álvarez, 2016). Este pretende dar un ordenamiento lógico, definiendo prioridades y metas a corto, mediano y largo plazo, de la problemática de los desechos sólidos del municipio. Así mismo, consiste en una herramienta de fortalecimiento institucional (Zamora, 2013).

El manejo de residuos y desechos sólidos consiste en proporcionar un destino adecuado a estos elementos. El manejo integral de estos son todas las actividades relacionadas con el control de la generación, separación, almacenamiento, recolección, barrido, transporte, tratamiento y disposición final (Álvarez, 2016). Esto se realiza con el fin de lograr una mejor calidad de vida y salud ambiental.

En la actualidad existe una deficiente estrategia en la disposición de desechos por parte de la municipalidad y malas prácticas del manejo de la basura por parte de los pobladores. Esto genera basureros clandestinos en los alrededores (ríos, bosques, calles, nacimientos, entre otros). Existen distintos métodos utilizados por las personas para la disposición final de sus desechos. Actualmente se encuentra en funcionamiento el tren de aseo municipal que dirige todos los desechos recolectados en el botadero municipal a cielo abierto. Este realiza su ruta únicamente dentro del casco urbano y una parte del Caserío Chacap, excluyendo el Sector Las Cristalinas, Cantón Xiprián y Aldea Paquip. Varios pobladores utilizan este servicio para la disposición de sus desechos, otros pobladores queman su basura, la entierran o la disponen en basureros clandestinos.

Este plan municipal pretende contextualizar al municipio y dar solución a la problemática ambiental y de salud pública actual. Se trabajarán varios ejes: buenas prácticas ambientales para el manejo de desechos sólidos, disposición de planta de tratamiento de desechos sólidos, reglamento, recolección eficiente y fortalecimiento institucional.

1. CAPÍTULO 1: Capítulo introductorio

El mayor problema dentro del municipio de Santa Clara La Laguna es la contaminación debido a los desechos y residuos sólidos. En este capítulo se plantea y delimita la problemática actual de los mismos, objetivos y metodología que se ha empleado en el diagnóstico y avances municipales en el tema de manejo.

1.1. Planteamiento del problema

El municipio de Santa Clara La Laguna cuenta con una población de 13,000 habitantes, en crecimiento anual (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s.f.). Según la caracterización de desechos sólidos domiciliarios, realizada durante la 1-C EPSUM-USAC 2018, la población genera principalmente residuos orgánicos (61%) e inorgánicos no reciclables (38%), producto de las actividades cotidianas. Dentro del “Plan estratégico institucional 2016-2020” y “Plan de desarrollo municipal 2018-2032” se contempla la contaminación de los desechos sólidos como una de las problemáticas que acontecen al municipio en temas ambientales (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.; Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s.f.).

La municipalidad no tiene prácticas adecuadas de manejo de estos desechos. Una de las causantes indirectas de este problema es la falta de fondos suficientes para la implementación de proyectos (planta de tratamiento de desechos sólidos, eficiente ruta de tren de aseo, etc.), y falta de elaboración de documentos de planificación que orienten las acciones adecuadas para un buen manejo integral de residuos y desechos sólidos (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.).

Existe un botadero municipal a cielo abierto en donde se quema la basura. La basura que se deposita en el lugar es recolectada por el tren de aseo municipal que cuenta con una ruta que no cubre todos los sectores del municipio. Esto debido a la falta de planificación urbana (calles estrechas en algunos sitios) y la disposición de un solo vehículo de recolección.

Algunos pobladores, principalmente en los sectores donde no transita el tren de aseo, queman o entierran la basura. Parte de la basura que no puede quemarse se dispone en distintos basureros clandestinos o en las calles. Actualmente existe un aproximado de 15 basureros clandestinos, algunos de los cuales se encuentran cercanos a cuerpos de agua

o bosques. Estos son focos de contaminación principalmente como criaderos de insectos (moscas principalmente) y roedores (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s.f.).

La falta de manejo y tratamiento adecuado de residuos y desechos sólidos puede generar daños en la salud, contaminación visual, daño al medio ambiente, contaminación de cuerpos de agua, entre otros.



Figura 1. Basura ubicada en el Río Chichóq cercano al vivero municipal. Fotografía: Rocío Silva, 2018.

Con base a esta problemática la municipalidad ha implementado algunas medidas de mitigación y está comprometida en la implementación de proyectos que favorezcan el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos. Actualmente se disponen de dos camiones recolectores con sistemas de volteo, que facilitarán la cobertura total del municipio y trabajo de los empleados municipales. Se ha propuesto una nueva ruta de tren de aseo en donde se abarquen todos los sectores. La propuesta plantea la recolección de desechos sólidos clasificados, teniendo días específicos para orgánicos, inorgánicos no reciclables e inorgánicos reciclables. Durante el 2018 se inició con charlas de educación ambiental en las escuelas enfocado en la clasificación primaria de los desechos sólidos por parte de la UGAM.

1.1.1. Delimitación

1.1.1.1. Delimitación teórica

Para la elaboración del plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos se toma como base la “Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos” elaborado por Alvarez, 2016 y el plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango elaborado por Zamora, 2013.



Figura 2. Línea de trabajo para lograr una gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna. Fuente: elaboración propia, Equipo Multidisciplinario EPSUM-USAC, 2018; con base a la guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos (Alvarez, 2016).

1.1.1.2. Delimitación espacial

El municipio de Santa Clara La Laguna, se ubica a una latitud de 14°42'50" y una longitud de 91°18'15". Se ubica a una altitud de 2,090 msnm. Cuenta con una extensión de 12 km², equivalente al 1.13% del territorio del departamento de Sololá (Ramírez, 2008).

El municipio se divide en 4 áreas principales pobladas: casco urbano, Caserío Chacap, Cantón Xiprián y Aldea Paquip. También cuenta con varios parajes y terrenos comunales, los cuales no son centros poblados (Segeplan, 2008).

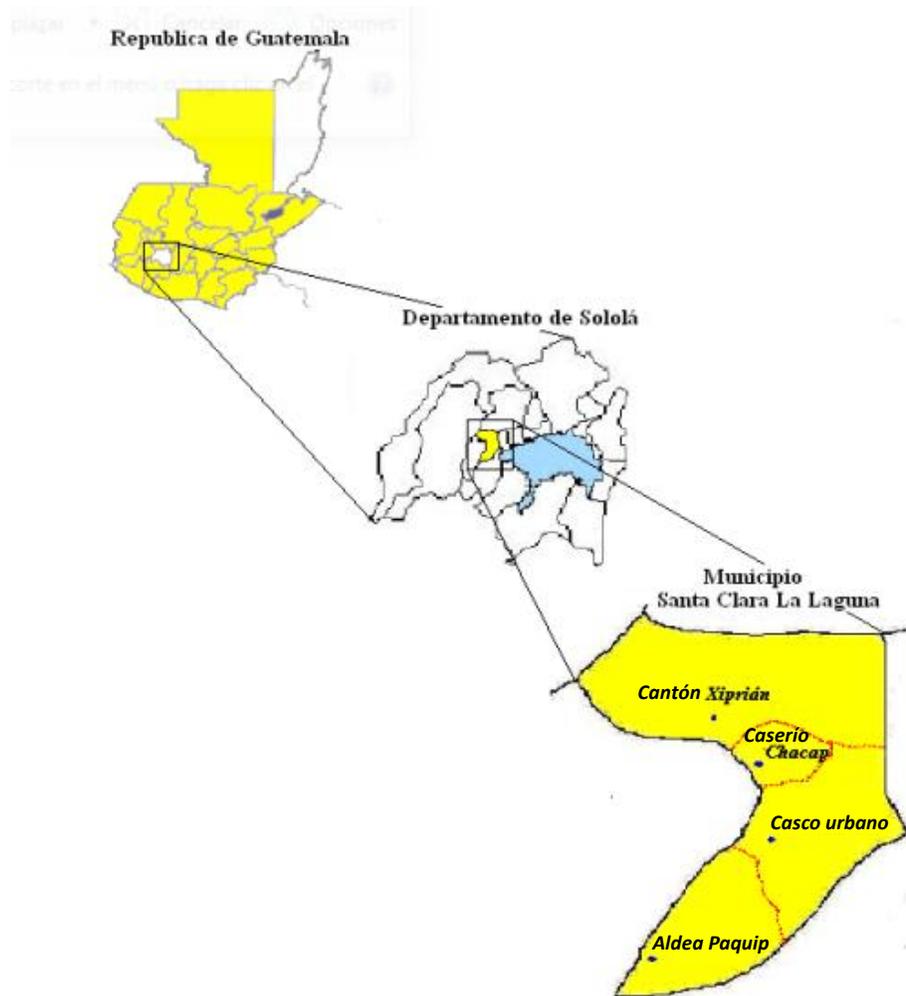


Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá. Fuente: modificado de (García, 2008).

1.1.1.3. Delimitación temporal

En el año 2009 la Municipalidad implementó los muros que actualmente recubren el botadero municipal, ubicado en las afueras del casco urbano en el camino viejo que dirige a Santa Clara La Laguna en el Cerro Chiq'ul. Este lugar fue elegido debido a que existía un botadero clandestino en este sector desde 1999-2000. Cuando se implementó el botadero municipal las personas debían llevar sus residuos y desechos sólidos al área (Flores, 2018).

Durante el año 2012 se implementó el tren de aseo municipal. Este contó con un camión que recolectaba los desechos en calles principales de los sectores: Centro, Centro Norte, Entrada Principal, Chichiyal, Pabeyá, Las Flores, Sector II, Cementerio y Barrio San Antonio. Actualmente la ruta abarca los sectores del casco urbano (excluyendo a Las Cristalinas). Sin embargo, no cubre los sectores a totalidad. Del área rural la ruta abarca una parte de Caserío Chacap y no cubre el Cantón Xiprián ni Aldea Paquip. Durante el año 2018 se realizó la compra de un nuevo camión recolector y se plantea la propuesta de una nueva ruta que abarque todos los sectores del municipio (Flores, 2018).

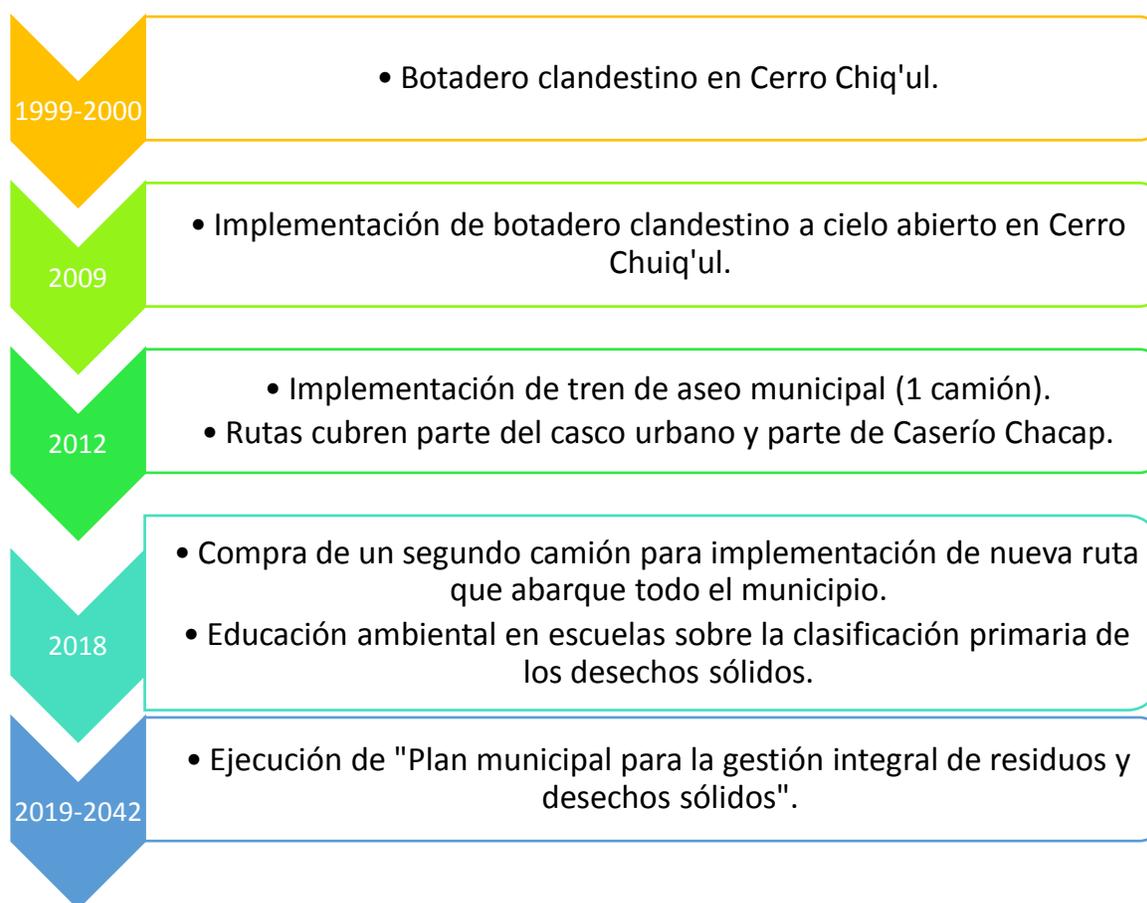


Figura 4. Acciones municipales a lo largo del tiempo en cuanto a residuos y desechos sólidos. Fuente: elaboración propia, Equipo Multidisciplinario EPSUM-USAC, 2018.

1.1.2. Justificación

Dentro del “Plan estratégico institucional 2016-2020” y “Plan de desarrollo municipal 2018-2032”, de la municipalidad de Santa Clara La Laguna, se ha determinado que las principales

problemáticas del municipio en cuanto al medio ambiente es la contaminación por desechos sólidos. Siendo las causas principales la falta de una planta de tratamiento de desechos sólidos, y un plan y sistema del tratamiento de los mismos (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s.f.).

Parte de las acciones que corresponden a la municipalidad en cuanto a este tema es la elaboración del plan de manejo de residuos sólidos, capacitación a la población sobre el manejo adecuado de desechos sólidos a nivel domiciliario, adquisición de terreno para la planta de tratamiento de desechos sólidos, y la construcción planta de tratamiento de residuos sólidos (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.).

Es por esto que es de vital importancia la elaboración de un plan de manejo integral municipal para el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos. Este plan se realiza con el fin de disminuir la problemática ambiental, mejorar la salud humana e implementar incentivos económicos municipales y comunitarios. La correcta implementación de esta herramienta beneficiará al municipio de Santa Clara La Laguna junto con todos sus habitantes.

1.1.3. Antecedentes

Desde la fundación del municipio hasta 2009 no se contaba con un lugar apropiado para depositar los desechos sólidos. Antes del 2009 se utilizaba el área del actual botadero municipal (Cerro Chiq'ul), para depositar la basura, sin embargo, correspondía a un basurero clandestino. La municipalidad decidió construir en el año 2009 muros en el mismo terreno e implementar oficialmente un botadero municipal (Flores, 2018).

Para el año 2012 se implementó el tren de aseo municipal cubriendo las calles principales de los sectores: Centro, Centro Norte, Entrada Principal, Chichiyal, Pabeyá, Las Flores, Sector II, Cementerio y Barrio San Antonio. La cobertura actual del tren de aseo abarca parte de los sectores: Pabeyá, Chichiyal, Entrada Principal, Xemonté, Caserío Chacap, Centro Norte, Las Flores, El Paraíso, Cementerio, Barrio San Antonio, Sector II y Las Rosas. No abarca los sectores de Las Cristalinas, Aldea Paquip y Cantón Xiprián. El único sector que tiene una cobertura total es el sector Centro. Se tiene una propuesta de mejora de la ruta que abarque todos los sectores y que recolecte la basura clasificada.

Uno de los detonantes principales de la problemática en cuanto a la contaminación por desechos sólidos es el aumento poblacional. Para el año 2002 habían 9,500 habitantes y para el 2018 se estima un número de 13,500 habitantes (Municipalidad de Santa Clara La

Laguna, s. f.). Esto genera un incremento significativo en la cantidad de residuos y desechos sólidos domiciliarios.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Elaborar un plan municipal para la gestión integrada de residuos y desechos sólidos para el municipio de Santa Clara La Laguna, con el fin de reducir la contaminación ambiental.

1.2.2. Objetivos específicos

Evaluar los factores que propician, directa e indirectamente, la contaminación ambiental por residuos y desechos sólidos.

Plantear una línea estratégica de acción para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.

1.3. Metodología

Para la elaboración de este documento se empleó el método científico para lograr las propuestas que favorezcan de mejor manera el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos. Se trabajó una fase de investigación, fase conceptual, fase de análisis y fase de propuesta.

1.3.1. Fase de investigación

La fase de investigación tuvo como objetivo recabar la mayor información posible relacionada al manejo actual de los residuos y desechos sólidos en el municipio de Santa Clara La Laguna. Así como políticas nacionales que apliquen a este tema. Esta se dividió en tres fases: trabajo de gabinete, trabajo de campo y mesas de trabajo.

1.3.1.1. Trabajo de gabinete

Esta fase correspondió a la planificación de la elaboración del documento. Se planificó las, entrevistas a trabajadores municipales, entrevistas a ciudadanos, visitas de campo al botadero municipal, acompañamiento de ruta actual de tren de aseo y mesas de trabajo con actores clave.

1.3.1.2. Trabajo de campo

Se recopiló toda la información referente al manejo actual de residuos y desechos sólidos del municipio, mediante entrevistas a trabajadores municipales y ciudadanos.

Se realizaron visitas al botadero municipal para conocer el área.

Para la implementación de la propuesta de nueva ruta de tren de aseo se dio acompañamiento a los trabajadores municipales en su recorrido.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de documentos técnicos sobre la clasificación de desechos, legislación, aspectos socio-culturales, medio ambiente, planes de gestión de los residuos y desechos sólidos, entre otros.

1.3.1.3. Mesas de trabajo

Se realizaron 4 mesas de trabajo principales con diferentes sectores: líderes religiosos, líderes comunitarios, COCODES, Comités de agua, trabajadores municipales, Concejo Municipal, directores o representantes de distintos centros educativos (escuelas e institutos), estudiantes, grupo de mujeres comercializadoras de materiales reciclables de Santa Clara La Laguna, representante de Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAGA, representante del Centro de Atención Permanente –CAP y supervisor educativo.

Las mesas que se trabajaron fueron: participación social, manejo de desechos sólidos, salud y ambiente, y legislación. Esto tuvo la finalidad de conocer la problemática actual por parte de la sociedad y sus actores, así como las soluciones planteadas por los mismos pobladores.

1.3.2. Fase conceptual

Esta fase consistió en la síntesis y clasificación de toda la información recolectada en las fases anteriores.

1.3.3. Fase de análisis

En esta fase se analizó la información recolectada. Se realizó un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas –FODA. Este en base a la problemática actual de la contaminación por desechos y residuos sólidos. Otro de los análisis realizados fue un árbol de problemas, con el fin de delimitar las causas y consecuencias de la problemática.

1.3.4. Fase de propuesta

Para la propuesta se tuvo como base el árbol de problemas y análisis FODA para poder plantear soluciones viables a la problemática actual del municipio de Santa Clara La Laguna respecto a los residuos y desechos sólidos.

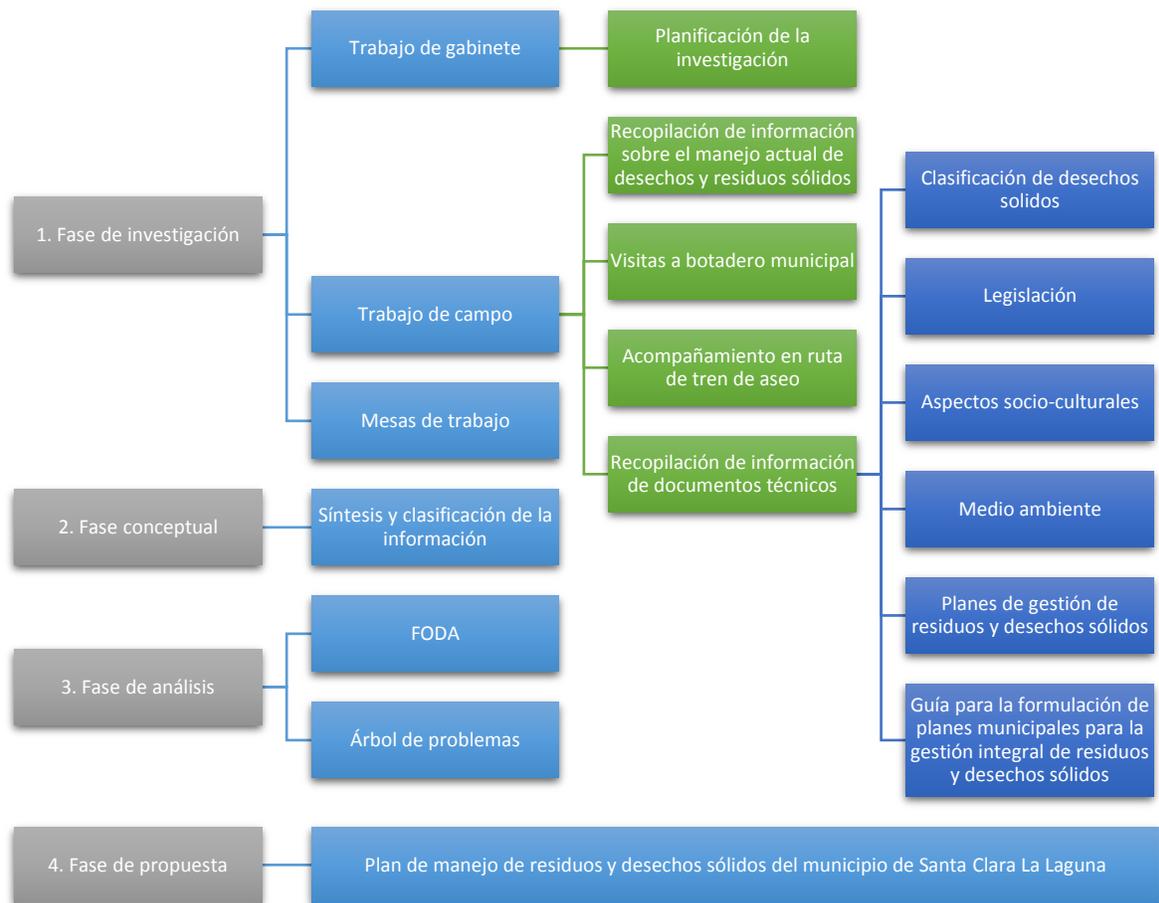


Figura 5. Metodología empleada para la elaboración del “Plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Clara La Laguna”. Fuente: elaboración propia, Equipo Multidisciplinario EPSUM-USAC, 2018, con base a la metodología empleada por Zamora, 2013.

2. CAPITULO 2: Marco conceptual

Este capítulo, presenta las bases conceptuales que servirán para el análisis de la problemática del manejo de desechos sólidos en el municipio de Santa Clara La Laguna, presentando el soporte ante todas las acciones que serán tomadas en el desarrollo de la propuesta del Plan de Manejo de Desechos Sólidos.

2.1. Residuo sólido

Comprenden los materiales que posterior a ser desechados, se les proporciona un tratamiento adecuado para ser reutilizados. Son las sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales (Ambiente, 2013).

En términos generales, los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos (Henry, 1999).

Se entiende por residuo sólido cualquier material desechado que pueda o no tener utilidad alguna. El término residuo no corresponde con la aceptación de la palabra desecho, pues ésta trae implícita la no utilidad de la materia. Entonces se define residuo como: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (Cisneros, La contaminación ambiental en México: Causas, efectos y tecnología apropiada, 2001).

2.1.1. Residuo domiciliario

Generado por actividades domésticas, como restos de alimentos, revistas, botellas, latas, etc.

2.1.2. Residuo comercial

Se genera en establecimientos comerciales de bienes y servicios, estos pueden ser papeles, plásticos, embalajes diversos, o residuos producto del aseo personal.

2.1.3. Residuo de limpieza de espacios públicos

Producido por barrido y limpieza de calles, veredas, plazas y áreas públicas, siendo estos materiales como papeles plásticos, envolturas y restos de plantas.

2.1.4. Residuo de establecimiento de atención de salud

Proviene de las actividades de atención e investigación médica en centros de atención a la salud, como agujas, gasas, algodones y órganos patológicos.

2.1.5. Residuo industrial

Son obtenidos de las actividades de ramas industriales manufactureras, mineras, pesqueras, donde se desechan lodos, cenizas, metales, vidrios, plásticos y sustancias peligrosas.

2.1.6. Residuo de las actividades de construcción

Son los residuos de demoliciones y procesos constructivos, como piedras, bloques de cemento, maderas, etc.

2.1.7. Residuo agropecuario

Son los desechos que se generan de actividades agrícolas y pecuarias, en este caso envases de fertilizantes, plaguicidas y agroquímicos.

2.1.8. Residuo de instalaciones o actividades especiales

Generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, como residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales, puertos, aeropuertos, entre otros (Ambiente, Guía de capacitación a recicladores para su inserción en los programas de formación municipal, 2010).

2.2. Desecho

En términos generales la palabra desecho, representa a todos aquellos objetos, sustancias o materiales que sobran o restan de algo que ha sido trabajado, procesado o consumido y que ya no posee algún tipo de uso, es decir, es inservible y, por tanto, necesita ser eliminado. Desecho es comúnmente utilizado como sinónimo de la palabra residuo, pero resulta que ambos términos, no poseen el mismo significado y para comprender mejor lo que representan los desechos, es necesario ubicar la diferencia entre ambos. Así, desechos son aquellos restos de algo, que ya no poseen algún tipo de uso. 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).

2.3. Desecho sólido

Se entiende por desecho sólido, que es todo material descartado por la acción humana, que no teniendo utilidad inmediata se transforma en indeseable (PROARCA, 2013).

Representan la porción de los residuos sólidos que no pueden tener un manejo avanzado posterior para poder reutilizarse.

Se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que ha sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos. Los desechos incluyen diversos materiales, que pueden ser combustibles (papel, plástico, textiles, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, mampostería, etc.) (Heinke, 1999).

Se entiende por residuo sólido cualquier material desechado que pueda o no tener utilidad alguna. El término residuo no corresponde con la acepción de la palabra desecho, pues ésta trae implícita la no utilidad de la materia (Cisneros, La contaminación ambiental en México, 2001).

El concepto de desecho sólido es el que se aplica a todo tipo de residuo o 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).

2.3.1. Desechos orgánicos

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).

2.3.2. Desechos inorgánicos

Proviene de cosas que fabricamos; éstos no salen de ningún ser vivo u organismo y 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. Los desechos orgánicos sirven para elaborar la composta y los desechos inorgánicos se deben de separar para llevar al centro de acopio y reciclarlos (Tamez, 2003).

2.3.3. Desechos peligrosos

Los residuos que pueden causar daño directa o indirectamente en seres vivos o contaminar el ambiente. Es residuo peligroso todo el material que resulte objeto de desecho o abandono y/o que es descartado por su propietario o usado como insumos para otros procesos y pueda perjudicar de forma directa o indirecta a los seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. Son aquellos que conllevan riesgo potencial al ser humano o al ambiente, por poseer características como corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad, bioinfecciosidad, radiactividad, reactividad y toxicidad (R., 2006).

2.3.4. Desechos industriales

Los residuos industriales son aquellos que se generan en las actividades industriales, procedentes de la extracción, explotación, producción o fabricación, transformación, almacenamiento y distribución de los productos y que a su vez podemos clasificar en cuatro grandes grupos: residuos peligrosos, residuos industriales no peligrosos, residuos asimilables a urbanos y residuos inertes (Cid, 2009).

2.4. Desechos sólidos municipales (DSM)

Los desechos sólidos municipales son conocidos comúnmente como basura, están compuestos por desechos orgánicos (producto de la comercialización, el transporte la elaboración de los alimentos y excedentes de comida y restos de material vegetal), papel, cartón madera, y en general materiales biodegradables e inorgánicos como vidrio, plástico, metales y material inerte, los DSM provienen de las actividades que se desarrollan en el

ámbito doméstico, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como de residuos industriales que no se derivan de sus procesos (MARN 2005).

Los desechos se clasifican como desechos recuperables, desechos no recuperables y orgánicos (MARN 2005).

2.4.1. Desechos sólidos recuperables

Son los que una vez seleccionados pueden reutilizarse y /o venderse a diferentes industrias recicladoras. Estos son: vidrio, papel, cartón y orgánicos (MARN 2005).

2.4.2. Desechos sólidos no recuperables

Estos pueden ser peligrosos, nocivos o inertes. Entre los nocivos se encuentran aquellos desperdicios provenientes de hospitales que generalmente son incinerados. Los no recuperables inertes son aquellos desperdicios como piedras, tierra, material de construcción y similares, que solo pueden usarse como material del relleno (MARN 2005).

2.5. Clasificación de desechos sólidos

Se maneja de acuerdo a las características de su tiempo de descomposición, lugar de donde proviene y materiales de los que se compone, esto puede variar dependiendo de su disposición desde su origen hasta su disposición final (MARN 2005).

2.6. Indicadores de desechos sólidos

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2005), la cantidad de desechos sólidos generada en el municipio es un indicio de la eficiencia de los recursos, así como de la presión que se ejerce sobre el medio ambiente al utilizarlo como un desagüe para absorber los desechos y la contaminación conexas. Por consiguiente, la reducción del volumen de desechos generados en los distintos procesos de producción y de consumo local, el aumento del porcentaje de los materiales de desecho reciclados, reutilizados y recuperados y la ordenación ecológicamente racional de los desechos que hay que eliminar en el medio ambiente, con cuestiones que revisten gran importancia para la ordenación sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente en los municipios (MARN 2005).

2.6.1. Generación de desechos sólidos per cápita (PPC)

Según el MARN (2005), es el promedio de la cantidad de basura que produce una persona, expresado en kilogramos por habitante y día (kg/hab/día). Los datos obtenidos a partir del cálculo de este Indicador sirven para satisfacer la demanda de recolección, barrido, transferencia, tratamiento y disposición final de los desechos (MARN 2005).

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 producción per cápita es un cálculo que se realiza para determinar el ingreso que recibe, en promedio, cada uno de los habitantes de un país; es decir, en promedio, cuánto es el ingreso que recibe una persona para subsistir. Este cálculo se obtiene dividiendo el ingreso nacional entre la población total de un país (Michimani, 2016).

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

Según el MARN (2005), es la medición de la densidad de la basura tomando en cuenta el peso y volumen.

El peso volumétrico es el peso de los desechos generados con tenido 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 (MARN 2005).

La composición de la basura se refiere a la determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los desechos sólidos. Estos datos tipifican el servicio a prestar: conjunto, métodos, turnos y horarios (MARN 2005).

2.7. Caracterización de desechos sólidos

La generación y 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).

2.8. 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:

2.8.1. 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).

2.8.2. 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.

2.8.3. Relleno sanitario o vertedero controlado

El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica al ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta técnica 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).

Según Glynm, J (1999), 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.

El mismo autor, sugiere que 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. 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 (Glynm, 1999).

2.8.4. 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, según indica Glynm, J. (1999) 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. 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. (Glynm, J 1999)

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.

2.8.5. 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. Glynm, J. (1999) Según indica Jaramillo, J. (2002) 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).

2.9. Marco Legal de la Gestión de los Desechos Sólidos en Guatemala

2.9.1. Decreto Número 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo. Artículo 29.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

b) Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado;

f) Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental;

i) Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento;

k) Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.

2.9.2. Acuerdo Gubernativo Número 50-2015, Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

ARTÍCULO 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN. Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a quien en adelante se denominará indistintamente en el presente Reglamento con las siglas MARN o simplemente como el Ministerio, le corresponde formular y ejecutar políticas relativas a su ramo; cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la observación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural, la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático.

ARTÍCULO 3. COMPETENCIA. El MARN tiene competencia en todo el territorio nacional, en los ámbitos de ambiente, recursos naturales y cambio climático.

ARTÍCULO 5. MINISTERIO.

a) Proponer a la Presidencia de la República las normas, anteproyectos de ley, acuerdos, reglamentos y otras disposiciones, para la ejecución de las políticas nacionales de ambiente, recursos naturales y cambio climático, para la racionalización y sistematización de la legislación en materia de ambiente y recursos naturales.

2.9.3. 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 (100%) del daño causado.

2.9.4. 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.

2.9.5. 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.

3. CAPÍTULO 3: Contexto referencial del municipio

En el Contexto Referencial se presentan los diferentes aspectos y condiciones que prevalecen en el Municipio, los cuales definen su situación territorial, histórica, económica y cultural actual, es en este capítulo donde se comienza a analizar información más específica para conocer la situación del lugar donde posteriormente se presentara un análisis de problemas que lo aquejan.

3.1. Contexto territorial municipal

3.1.1. Antecedentes históricos de la comunidad

El territorio de Santa Clara La Laguna estaba habitado desde la época prehispánica, por indígenas K'iche's, pero se desconoce el nombre antiguo. Según los habitantes de Santa Clara La Laguna, el nombre del pueblo viene de la tradición de los padres franciscanos. A raíz de la conquista, Santa Clara, Sololá y Atitlán fueron parte de la encomienda otorgada a Pedro de Alvarado. El pueblo fue fundado alrededor de 1581. EN 1654 San Clara y Santa Catarina Ixtahuacán fueron dadas en encomienda al marcial de campo Antonio Echabbarri. En 1707 fueron declarados como tributarios de la Corona (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.).

En 1768 Santa Clara La Laguna contaba con 645 habitantes y era un anexo de la Parroquia de San Pedro La Laguna según el arzobispo Pedro Cortés y Laraz. En 1818 se creó la parroquia Santa Clara La Laguna con Visitación y San Pablo en calidad de anexos. Durante el periodo colonial Santa Clara perteneció al corregimiento de Atitlán (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.).

3.1.2. Factores territoriales

3.1.2.1. Localización

El municipio de Santa Clara La Laguna pertenece a uno de los 19 municipios del departamento de Sololá, está situado en la región VI Sur-occidente de la República; la Cabecera Municipal dista de la Ciudad Capital a 162 kilómetros y a 41 de la Cabecera Departamental; el desvío se encuentra en el km. 148 de la carretera interamericana (CA-1), recorren 14 km. adicionales sobre la ruta departamental cuatro (RD-4), para llegar al Municipio, el acceso es a través de transportes extraurbano y microbuses. Las colindancias son: al norte con Santa Lucía Utatlán, al este con San Pablo La Laguna, al sur con San Juan La Laguna, al oeste con Santa Catarina Ixtahuacán y Santa María Visitación; se

encuentra a una altitud de 2,090 metros sobre el nivel del mar, latitud de 14° 42' 50", longitud de 91° 18' 15" (García, 2008).

3.1.2.2. Superficie territorial

Su extensión es de 12 kilómetros cuadrados, equivalente al 1.13% del territorio del departamento de Sololá (Ramírez, 2008).

3.1.2.3. Distribución geográfica

El municipio de Santa Clara La Laguna está constituido por:

- Cabecera Municipal Santa Clara (Barrios: San Antonio, Paraíso, San Miguel; Sectores: Xemonté, Sector 2, Las Cristalinas, Chichiyal y Pabeyá,)
- Aldea Paquip (Paraje Triunfo la Paz; Sectores: Sector Yac Suluguí, Vasquez 1 y 2, Yac Quiché)
- Cantón Xiprian (Sector Vasquez)
- Caserío Chacap
- Finca Panorama Cantón Chitun (conocido como Barrio Las Rosas)

A continuación se detallan los parajes y terrenos comunales, los cuales no son centros poblados, son únicamente consecuencia de la clasificación estratégica para sectorizar el municipio de Santa Clara La Laguna (Segeplan, 2008).

- Paraje Área Comunal
- Cristalino Chirijajau
- CuatpalChixiquichó
- Ch'uich'ich'
- ChiculChuaquiacquix
- Chichó Chuichococ
- ChuisiguánChuisacabaj
- JacaláChuisiguán
- ParaxjajPapenab
- PaxocolPachalib
- TzancorralTaclol
- TzanmontéPaquim
- TzanquinacqueijPasocobché
- TzansaculeuRaxamoló
- XecapiribalSajquim
- Tzantem
- Xolá

3.1.2.4. Tenencia de la tierra

Debe tomarse en cuenta que la tenencia de la tierra es cualquier forma de ocupación de la misma, las formas de tenencia son las siguientes: comunal, propia, arrendada y usufructo. En Santa Clara La Laguna, la tenencia de la tierra se caracteriza especialmente porque la mayor parte del territorio está constituido por tierras comunales.

Tabla 1. Tenencia de la tierra en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá

Forma	Censo 1,979			Censo 2,003		
	No. Fincas	%	Superficie	No. Fincas	%	Superficie
Propia	212	80	416.50	675	88	853.64
Arrendada	44	5	27.50	217	11	102.36
Comunal	69	14	70.95		0	
Colonato				2	1	5.22
Otras	1	1	5.00	1	0	1.41
Total	327	100	519.95	895	100	962.63

Fuente: (García, 2008).

3.2. Aspectos biofísicos

3.2.1. Clima

a) Temperatura

El clima en el municipio de Santa Clara La Laguna es catalogado como templado a frío durante el año, con temperaturas promedio anual que oscilan entre 18 a 24 grados centígrados; en el período de noviembre a febrero se torna frío las cuales disminuyen hasta los 15 grados (García, 2008).

b) Precipitación pluvial

La precipitación media anual se registra entre 1,200 a 2,100 milímetros; la época lluviosa inicia a mediados del mes de mayo para concluir a finales de octubre (Municipalidad Santa Clara La Laguna, s.f.).

3.2.2. Hidrografía

La mayor parte de las comunidades poseen nacimientos y manantiales de agua para su consumo. El municipio de Santa Clara la Laguna, cuenta con cinco ríos que son los ríos Yatzá, Jacalá, Xiprián, Payatzá y Conapá, que son los que nacen en las montañas y atraviesan el Municipio, también recorren los municipios de Santa María Visitación, la parte

alta del municipio de San Juan la Laguna y la Boca Costa hasta desembocar con el río Nahualate (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.).

Santa Clara La Laguna posee veintiún nacimientos de agua los cuales abastecen al Municipio y las comunidades que son: La Presa, Pa Quisis, Sabaltunay, El Chorrón, Chuicakquix, Pa Jacalá, San Juan, Pasajkim, Xolá y el Zanjón, Papenap, Chichó, Pa Lá, Chichipup, Pa Puente, Pachalip, Chuitinamit, Chochicul y dos en cerro Taclol. Es importante mencionar que el 50% de ellos se encuentran en la parte baja de los centros poblados y por la topografía del terreno es difícil el acceso para el aprovechamiento del vital líquido (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.).

A continuación, se presenta el mapa de ríos del Municipio.

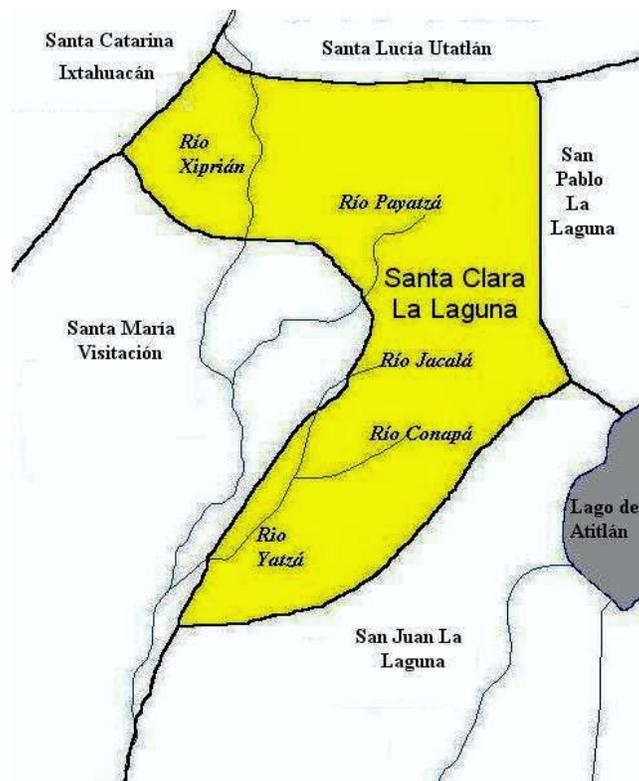


Figura 6. Mapa de ríos en Santa Clara La Laguna, Sololá. Fuente (García, 2008).

Dentro de los ríos con mayor representación en el Municipio están: Río Jacalá, nace en el paraje del Municipio de Santa Clara La Laguna ubicado a tres kilómetros al norte de la Cabecera Municipal y atraviesa el centro poblado de la aldea Paquip en épocas de invierno.

Río Yatzá, del vocablo híbrido formado del cakchiquel “ya” que significa agua o río y “Tzá” salado, palabra de origen quiché; se forma al unirse los ríos Jacalá y Conapá; recorre los municipios de Santa María Visitación y San Juan La Laguna, con curso de sur a suroeste desembocando en el río Nahualate, con una latitud de 15°38'04”, longitud 91°23'22”, longitud aproximada de 17 kilómetros (García, 2008).

Río Xiprián, nace en el municipio de Santa Lucía Utatlán, atraviesa el caserío del Cantón Xiprián y recorre el municipio de Santa María Visitación, se encuentra a una altitud de 2,090 m. sobre el nivel del mar, con una latitud de 14°43'26”, longitud 91°18'33”; este afluente es utilizado para proporcionar agua al caserío Chacap (García, 2008).

En el territorio de Santa Clara la Laguna están las cuenca del río Nahualate y del Lago de Atitlán, además la subcuenca del río Yatzá con 1,196.0328 hectáreas que representa el 80.28% y el área de captación del Lago de Atitlán de 276.6749 hectáreas, esto ayuda a que la creciente de dichos ríos en época lluviosa no afecte con inundaciones de gran magnitud al Municipio (García, 2008).

3.2.3. Suelos

Para conocer la composición de los tipos de suelos, clases agrológicas y extensión territorial del Municipio se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 2. Tipos de suelos, clases agrológicas y su extensión territorial del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

Tipos de suelo	Clases agrológicas	Km ²
Totonicapan (Tp)	Material Original cenizas volcánicas, encontrado arriba de los 2,400 metros sobre el nivel del mar, relieve suave, buen drenaje, color negro o café muy oscuro, textura moderadamente fina, profundidad efectiva promedio 90 centímetros, Ph ácido (5.95), riesgo de erosión alto, potencial de fertilidad regular.	6.35
Camanchá erosionada (Cme)	Originado de cenizas volcánicas, en altitudes de 2,300 metros sobre el nivel del mar, relieve inclinado, buen drenaje, textura media, alto riesgo de erosión, severamente erosionados, potencial de fertilidad no detectable.	7.99
Tolimán (Tn)	originado de ceniza volcánica, en altitudes entre 1,650 a 2,250 metros sobre el nivel del mar, relieve ondulado a inclinado, buen drenaje, color café oscuro, textura media, profundidad efectiva promedio de 100 centímetros, Ph ácido (6.00), alto riesgo de erosión, regular a bajo potencial de fertilidad.	0.01

Fuente: (García, 2008).

3.2.3.1. Usos del suelo

En Santa Clara La Laguna se presenta un uso actual de la tierra predominantemente agrícola y agroforestal, además de contar con áreas de vegetación natural (Girón Xiquitá, 2015).

Según Moreira Castillo, J.F., el 0.75% del área total del municipio se destina a centros poblados; el 30.27% se ocupa para cultivos anuales, principalmente el maíz y frijol; el 19.55% del área es para el café; el bosque ocupa el 26.88% y el 2.72% es bosque secundario. El resto es destinado para pastos y otros (Moreira Castillo, 2011).

3.2.3.2. Capacidad productiva del suelo

El territorio de Santa Clara La Laguna se conforma por tres tipos de suelo los cuales son: Toticapán (Tp) que abarca la aldea Paquip y el centro urbano, siendo de importancia para las propiedades de fertilidad con respecto al desarrollo de la actividad agrícola; Camancha

Erosionada (Cme) en el cantón Xiprian y aldea Paquip, ambos alcanzan el 99% del área del municipio y suelo el Tolimán (Th) (Moreira Castillo, 2011).

Se considera que el 78.64% del área es de vocación forestal, actualmente se utiliza solamente el 26.88% para esta vocación (Moreira Castillo, 2011).

3.2.4. Caracterización biótica

En el municipio de Santa Clara La Laguna se encuentra el bosque húmedo montano bajo tropical bh-MBT (62.7% del territorio, 934 Ha) y el bosque muy húmedo montano bajo tropical bmh-MBT (37.3% del territorio, 555.7 Ha) (Pérez, Gándara, Rosito, Maas, & Gálvez, 2016; SEGEPLAN, SINPET, SINIT, s.f; Cristal, 2008; Medrano, 2007).

3.2.5. Flora

Las principales especies forestales son: *Pinus pseudostrobus*, *Pinus ayacahuite*, *Alnus jorullensis*, *Quercus acatenangensis*, *Quercus skinneri* y *Pinus oocarpa*, especies de las familias Rubiaceae, Passifloraceae, Lamiaceae, Phytolaccaceae, Liliaceae y Scrophulariaceae también están presentes. También se pueden observar *Abies guatemalensis* y *Cupressus lusitánica*. El sotobosque se constituye principalmente por especies de la familia Onagraceae (*Fuchsia spp.*), Lamiaceae, Myrsinaceae, Hydrophyllaceae y Actinidiaceae. En las áreas perturbadas se observan representantes de las familias Asteraceae y Solanaceae (Moreira Castillo, 2011).

3.2.6. Fauna

Las principales especies de mamíferos presentes son murciélagos (*Pipistrellus pipistrellus*), armadillos (*Dasyus novemcinctus*), conejos de monte (*Svivilagus sp.*), ardilla gris (*Sciurus granatensis*), ratones (*Zygodantomys microtinus*), gatos de monte (*Urocyon cineroargenteus*), pizotes (*Nasua nasua*), taltuzas (*Orthogeomys grandis*), coyotes (*Canis lupus*), mapaches (*Procyon cancrivorus*), puerco espín (*Coendou prehensilis*), comadreja (*Marmosa narina*), zorrillos (*Coendou sp.*) y tigrillos (*Felis wiedii*). Dentro de las aves presentes se puede mencionar a pájaros carpinteros (*Colaptes auratus*), zanates (*Quiscalus mexicanus*), gorriones (*Amazilia yucatanensis*), gavilanes (*Accipiter nisus*), canarios, golondrinas (*Hirundo rustica*), buitres (*Coragyps atratus*) y búhos (*Glaucidium brasilianum*) (Cristal, 2008; Medrano, 2007). Se ha reportado especies de herpetofauna: mazacuata (*Eunectes notaeus*) (Moreira Castillo, 2011).

3.3. Factores demográficos

3.3.1. Cantidad de población

La población total de Santa Clara La Laguna es de 13,602 habitantes. El municipio cuenta con una población de 4,675 hombres mayores de edad, 4,775 mujeres mayores de edad, 2,379 niños y niñas menores de 12 años y 1,117 adolescentes de 13-17 años (Municipalidad de Santa Clara La Laguna, s. f.).

3.3.2. Población por lugar de ubicación actual

La población en el área rural de Santa Clara La Laguna, se estima en un 47% y para el casco urbano un 53% aproximadamente.

3.3.3. Población por etnia

El municipio de Santa Clara La Laguna es uno de los lugares con mayor población indígena de la República, que presenta un índice del 99.5%, se considera alto con relación al promedio del país, el cual es del 59%, por ese motivo la población habla el idioma K'iche'; español y como tercer idioma el Tzutuhil (García, 2008).

3.3.4. Población por edades

- En el rango de 0 a 14 años, hay 3,127 personas.
- En el rango de 15 a 64 años de edad, hay 5,562 personas
- En el rango de 65 años en adelante, hay 587 personas

3.3.5. Población por actividad económica

El principal sector explotado es la agricultura, pero cabe resaltar que el 90% de los productos son para autoconsumo y que el 10% que es el excedente de producción se comercializa en el mercado interno, el café es exportado en su mayoría a países europeos (Municipalidad de Santa Clara la Laguna, 2018).

En el sector artesanal, existe una gran demanda, esa es la actividad más importante del municipio siendo el 80% de la producción la que se exporta y comercializa por la cooperativa COPIKAJ R.L. (Municipalidad de Santa Clara la Laguna, 2018).

3.3.6. Población analfabeta

En el municipio de Santa clara La laguna, departamento de Sololá, para el año 2005 según estadísticas del Instituto Nacional de Estadística (INE), sobre una población de 5702, se tenía un 2.67% de analfabetismo (Encargado CONALFA, 2018).

3.4. Factores culturales

3.4.1. Idioma

La mayoría de la población habla K'iche', lo que significa que el 99% de la población es indígena. Como segundo idioma se habla el español y como tercer idioma el Tzutuhil (García, 2008).

3.4.2. Religión

La religión que predomina es la católica, esta cuenta con tres templos y capillas locales en la Cabecera Municipal, Paquip y Xiprian. Sin embargo, las iglesias evangélicas han crecido en los últimos años de las cuales existen 16 templos en los tres centros poblados.

3.4.3. Fiestas del municipio

La fiesta patronal de Santa Clara La Laguna se celebra con diversas actividades religiosas y populares. Este municipio está ubicado en la región central del departamento de Sololá, en la República de Guatemala. La feria titular de este pueblo se celebra del 9 al 13 de agosto. El día principal es el 12, fecha en que la Iglesia Católica conmemora a la Virgen de Santa Clara de Asís, patrona del pueblo (dequate, 2012).

La fiesta patronal de Santa Clara La Laguna da inicio con el acto de investidura de distintas reinas infantiles, entre ellas la Flor Infantil y la niña Escolar. Además se lleva a cabo la velada de coronación e investidura de la reina indígena Ukotzij Tinamit (dequate, 2012).

También se realizan otras actividades culturales y populares, entre ellas: Concurso de bandas escolares, encuentros deportivos, desfile alegórico, conciertos de marimba, presentación de distintos grupos de convite, conciertos de música popular, maratón de 21 kilómetros, quema de torito de juegos pirotécnicos, homenaje a los ancianos y principales del pueblo, juegos mecánicos y venta de platillos típicos (dequate, 2012).

Con el motivo de venerar a Santa Clara de Asís se llevan a cabo diferentes actividades religiosas: traslado de la imagen de la santa patrona, celebración de misas solemnes, alborada con música de coros, rezo de novenario, solemne procesión de la Virgen Santa Clara de Asís(dequate, 2012).

3.4.4. Educación

Santa Clara la Laguna cuenta con un total de 13 centros educativos, en donde 11 de ellos son de carácter público y solamente 2 son privados; estos atienden a la población en el

nivel pre-primario, primario, básico, diversificado y universitario (Universidad Panamericana) (MINEDUC, 2018).

Los centros educativos públicos que brindan sus servicios en el municipio se localizan 7 en el área urbana y 4 en el área rural, siendo estos los siguientes:

- Escuela No. 1 – Santa Clara
- Escuela No. 2 – Santa Clara
- Escuela No. 3 – Santa Clara
- Escuela Barrio San Antonio – Santa Clara
- Escuela Chacap – Caserío Chacap
- Escuela Barrio Las Rosas – Santa Clara
- Escuela Xiprián – Cantón Xiprián
- IMEB – Santa Clara
- CEDCOM – Santa Clara
- Escuela Paquip – Aldea Paquip
- Escuela Triunfo la Paz – Aldea Paquip

La cobertura de educación, principalmente en el ciclo primario, ha tenido gran avance, teniendo un 65% de la población de estudiantes en el área urbana y un 77% en el área rural, por lo que por parte de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) se proyectan para el 2019 dos grandes proyectos: Construcción de Aulas en Aldea Paquip, y Remozamiento de Aulas en Aldea Paquip (MINEDUC, 2018).

El crecimiento en el ciclo de educación básica también se ha incrementado en los últimos años, esto debido al crecimiento de la población que concluye el ciclo primario, por lo que en los años 2017-2018 se realiza el proyecto Construcción Instituto Básico por Cooperativa (I y II FASE) en la Cabecera Municipal Santa Clara la Laguna. La edificación de este proyecto se desarrolla en dos niveles, e implementa sistemas constructivos tradicionales, utilizando materiales como block, fachaletas, pisos de granito, baldosas, lámina y una cancha techada de usos múltiples con escenario e iluminación (MINEDUC, 2018).

El municipio cuenta con un Centro de Capacitación en la cabecera departamental, que imparte clases de costura, corte y confección, belleza, manualidades y cocina, y debido a la demanda que ha tenido y la mejora de las instalaciones se desarrollará para el año 2019 el proyecto Edificio Centro de Capacitación, también a cargo de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) (MINEDUC, 2018).

3.5. Factores económicos

3.5.1. Principales actividades y de servicio del municipio

Las fuentes de ingreso están desarrolladas en distintas áreas: agricultura, artesanías, jornaleros, obreros, docencia, turismo, entre otras. El principal sector explotado es la agricultura, pero cabe resaltar que el 90% de los productos son para autoconsumo y que el 10% que es el excedente de producción se comercializa en el mercado interno, el café es exportado en su mayoría a países europeos (Municipalidad de Santa Clara la Laguna, 2018).

3.5.1.1. Comercio formal

En el año 2006 el 16.02% del total de la población de 3,122 correspondían a 500 empleos que se consideran formales, donde se hace una observación, debido a que el crecimiento de la población durante el mismo periodo, donde la generación de empleo no es significativa.

Para el año 2016 el municipio contaba con 117 ventas formales de los que estaban declarados o contaban con un punto específico de ventas, por lo que hasta esta fecha fue actualizada la información después de esto no han sido actualizados los datos (Municipalidad de Santa Clara la Laguna, 2018).

3.5.1.2. Comercio informal

Según datos del año 2006, el 7.30% del total de la población correspondiente a 228 empleos se consideran en la informalidad, y en comparación al crecimiento poblacional en el mismo periodo, la generación de empleos informales no es significativa (Municipalidad de Santa Clara la Laguna, 2018).

En el año 2016 se contaba con una cifra aproximada de 66 ventas informales en la que estas ventas no cuentan con un local o un lugar de venta específico por lo que, actualmente esta cifra ha aumentado día con día pero no se tiene un promedio aproximado, en su mayoría estos puntos han sido instalados en la plaza del municipio por lo que las autoridades municipales no han podido establecerle un punto específico para cada punto informal (Municipalidad de Santa Clara la Laguna, 2018).

3.5.2. Artesanías

En el sector artesanal, existe una gran demanda, esa es la actividad más importante del municipio siendo el 80% de la producción la que se exporta y comercializa por la cooperativa COPIKAJ R.L. (Municipalidad de Santa Clara la Laguna, 2018).

El municipio cuenta con organizaciones que apoya a la economía social del municipio en los que cuenta, con distintos procesos sostenible que apoya a las familias clarenses para así incrementar los ingresos económicos por medio de sus potencialidades desarrollando distintos procesos.

COPIKAJ R.L., es una organización que surge a partir del año 2,004 integrada por productores y productoras que se dedican a la actividad de la cestería, utilizando como materia prima la fibra del cañaveral. Esta organización se ubica en el municipio de Santa Clara La Laguna del departamento de Sololá. Actualmente el número de asociados es de 125 artesanos. Las edades oscilan entre 18 a 45 años (Artesanías Innova, 2013).

3.6. Servicios públicos

3.6.1. Servicios de alcantarillado y calles

En los sectores de la cabecera municipal, el servicio de drenajes abarca un 95% del casco urbano. Para el Caserío Chacap, se utiliza un sistema de drenajes de aguas grises y una planta de tratamiento de desechos líquidos que actualmente fue mejorada después se sufrir daños por la tormenta Stan (García, 2008).

El sistema de alcantarillado con el que se cuenta, vierte sus aguas residuales hacia el río Yatzá. Para el Cantón Xiprián y la Aldea Paquip, el medio de saneamiento de excrementos humanos se soluciona por medio del uso de letrinas, ya que estos poblados no cuentan con un sistema de drenajes (García, 2008).

La carretera de acceso a Santa Clara La Laguna, es la calle pavimentada Ruta Departamental cuatro (RD-4). En el interior de los poblados predomina el adoquinamiento de calles y en algunos sectores de los extremos del municipio se cuenta con calles de terracería (García, 2008).

3.6.2. Agua potable

El servicio de agua en Santa Clara la Laguna, es prestado en el área urbana y el área rural cubriendo un 96% del municipio, a pesar de la cobertura que existe no se cuenta con un sistema de cloración y es por esto que el servicio no es clasificado como agua potable, únicamente se cataloga como agua entubada que es extraída de las zonas montañosas donde existen los nacimientos naturales: Taclol, Papenab, Pasajquim, Sabaltunay y Xiquinjuyup (García, 2008).

3.6.3. Servicio de energía eléctrica

La cobertura del servicio abarca un 90% de los hogares en todo el municipio, el servicio de alumbrado público se da en el casco urbano y en el área central de los sectores más poblados. El servicio es proporcionado por la Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A. –DEOCSA- (García, 2008).

3.6.4. Vías de acceso y transporte

Las vías de acceso del municipio de Santa Clara la Laguna cuentan con una carretera asfaltada, en buen estado por donde circulan vehículos livianos y extraurbanos, pero carece de señalización y las curvas son muy cerradas, se localiza en el Km. 14.5 desde el entronque ubicado en el Km. 148 de la Carretera Panamericana, CA-1 y de la Cabecera Departamental se encuentra a una distancia de 41 Km. De los cuales en el año 1,997 se encontraban 27 Km. asfaltados y 14 Km. de terracería los cuales para el año 2,006 fueron concluidos para tener una carretera completamente asfaltada para el ingreso al Municipio (García, 2008).

Para este año (2018) en el Municipio se cuentan con dos clases de transporte para pasajeros con tres rutas, uno que cubre la ruta Quetzaltenango - Santa Clara La Laguna por valor de (Q 20.00) ida y vuelta, otro de Sololá (Q 12.00) viceversa y el tercero a Guatemala, a un costo de (Q 25.00) y los buses que salen de San Pedro La Laguna y pasan por Santa Clara La Laguna, con las mismas tarifas y los mismos destinos. De carga existía un solo camión de carga en el Municipio debido a las condiciones precarias de las carreteras en el año 1,997 (García, 2008).

Para el año 2,006 el Municipio contaba con 50 microbuses; 25 que cubren Xiprian hacia el kilómetro 148 y Sololá; 20 tienen la ruta de Paquip y el resto únicamente para viajes expresos. Normalmente transitan cada media hora, excepto los días de plaza cada 15 minutos (García, 2008).

Cada hora a partir de las dos y media de la mañana transita una camioneta que viene de San Pedro La Laguna; el destino es directo a la ciudad de Guatemala (García, 2008).

3.6.5. Telecomunicaciones

En el Municipio de Santa Clara La Laguna para el año 1,996 solo se contaba con un teléfono comunitario para el servicio de la población (García, 2008).

Para el año 2,006 en algunas zonas del área rural como urbana, existe cobertura de telefonía celular de las empresas Comcel, Claro, Telefónica, pero, por ser de carácter

privado no proporcionan datos estadísticos que pueda cuantificar el número de usuarios en la región. Sin embargo el actual servicio no es suficiente para cubrir el número de usuarios que lo requieren, muestra de ello, es la afluencia de personas de las diferentes áreas que demandan los teléfonos comunitarios en donde es alquilado el servicio hasta en horas avanzadas de la tarde, debido a que el servicio de telefonía móvil es oneroso, es decir Q 1.00 por minuto de llamada, la mayoría se encuentran en farmacias y tiendas del área central de Santa Clara La Laguna, son celulares residenciales pues no existe cableado, también se cuenta con la instalación de teléfonos monederos de la empresa Teléfonos, S. A. (García, 2008).

3.6.6. Mercado

Santa Clara la Laguna cuenta con una sola edificación dedicada al funcionamiento del mercado, se ubica en el segundo nivel del Centro Comercial Municipal, este está activo a diario. Todos los martes y sábados son dedicados a días de plaza, por lo que se colocan ventas informales en la Plaza central y calles aledañas en el sector central.

3.6.7. Rastro

El Municipio cuenta con una instalación destinada al procesamiento de carnes, la cual no se usa desde hace 20 años, fue abandonada por los carniceros del lugar, debido a la ubicación lejana y de difícil acceso, se encuentra en la parte baja del cementerio municipal, es por ello que a la fecha no cuentan con un lugar que reúna las condiciones mínimas de limpieza y sanidad para garantizar la calidad de los carnes (García, 2008).

El proceso de transformación de la carne de res y cerdo se realiza en los hogares, amarran al animal por el cuello a un tronco para degollarlo, pelarlo y destazarlo; los desechos se depositan en los drenajes o basureros clandestinos, los cuales no tiene autorización e higiene necesaria para el desarrollo de la actividad (García, 2008).

3.6.8. Cementerio

Existe un cementerio ubicado en la Cabecera Municipal que brinda servicios a toda la comunidad urbana y rural, tiene una extensión territorial de ocho cuerdas de 32 x 32 varas, presta servicios de nichos de tres metros cuadrados o enterramientos subterráneos, inicialmente el costo era de Q.60.00, actualmente es de Q.135.00. Por ser un área de terreno reducido comparado con el número de habitantes, la Municipalidad en el año 2,004 adquirió un terreno de una cuerda y media para ampliar las instalaciones, en el año 2,005

se construyó un muro perimetral de block de dos metros de altura y una capilla para el uso de la comunidad.

En el terreno nuevo adquirido la Municipalidad tiene planeado realizar un estudio con el fin de sectorizar y distribuir correctamente el lugar para aprovecharlo de la mejor manera y brindar las comodidades necesarias a los pobladores.

El mantenimiento se realiza dos veces al año por parte de las autoridades Municipales, no cuenta con seguridad, únicamente un encargado de abrir las instalaciones de cinco de la mañana a seis de la tarde de lunes a domingo.

3.6.9. Estación de bomberos

Para el año 2018, aún no se cuenta con una estación que opere en el municipio. El más cercano se encuentra en la cabecera del departamento.

3.6.10. Sub-Estación de la Policía Nacional Civil

Actualmente opera una sub estación policial, la cual está ubicada en el centro urbano del municipio. Esta es la encargada de brindarle seguridad a toda la población de Santa Clara La Laguna.

4. CAPÍTULO 4: Análisis de prácticas actuales del manejo de desechos sólidos

En el siguiente capítulo se analizará la situación actual del manejo de desechos sólidos domiciliarios del Municipio de Santa Clara la Laguna, iniciando con la generación de desechos, composición de los mismos, y prácticas de disposición, como parte del análisis se visualizan las prácticas actuales de una forma gráfica por medio de un Análisis FODA y un Diagrama Causa-Efecto, utilizándolos como herramientas para proponer mejoras a la situación actual.

4.1 Generación de desechos

Con el trabajo de investigación de la caracterización de los residuos y desechos sólidos domiciliarios del municipio de Santa Clara la Laguna se pretende realizar una estimación de la cantidad de desechos que se producen diariamente, para el proyecto se analizaron 236 hogares, con el fin de establecer una línea base que sirva a la municipalidad para tomar decisiones y acciones en el tema del manejo de los residuos y desechos sólidos, su impacto en la calidad de vida de los pobladores y del agua.

En los 236 hogares analizados, se estableció la Producción Per Cápita (PPC) de 0.47 kg/habitante/día, según el Ministerio de Ambiente para el año 2017 se estimaba una producción de 0.88 kg/habitante/día y para el año 2018 0.93 kg/habitante/día.

4.2 Caracterización de los desechos

Conocer la composición de los desechos es de suma importancia para identificar en qué proporción son generados los desechos orgánicos y los inorgánicos recuperables y no recuperables, analizando su potencial de reciclaje, la estimación de desechos que requieren una disposición final, así como esta misma información puede orientar la medición del potencial de impacto al ambiente y los riesgos a la salud de la población, por todo ello es importante la realización de la caracterización de desechos.

Esta caracterización de desechos ya fue realizada en el 2018, como parte de trabajo de investigación inferencial para el Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, contó con el apoyo de la municipalidad de Santa Clara la Laguna. La metodología utilizada en el estudio es la siguiente:

4.2.1 Metodología utilizada en el proyecto de caracterización de desechos sólidos domiciliarios de Santa Clara la Laguna 2,018.

4.2.1.1 Determinación de la muestra

Determinar el tamaño de la muestra.

- Utilizando la siguiente formula:

$$n = 1.96^2 \frac{2,002 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 (2,002 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 235.5121 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{236 \text{ casas deben muestrearse}}$$

Donde:

n= número de muestra a tomar

1.96= confiabilidad estadística

2,002= tamaño de la población (número de casas)

0.5= probabilidad de éxito

0.5= probabilidad de fracaso

0.05= error máximo admisible

Elaboración de encuestas para determinar la disposición final de los residuos y desechos sólidos en las viviendas de la muestra.

- La encuesta se realizó con preguntas objetivas y directas para determinar cuántos habitantes del municipio utilizan tren de aseo, tomando en cuenta los días que este pasa a la semana y la disposición final del mismo y que otros métodos utilizan las personas para deshacerse de los desechos sólidos. Al terminar de redactar la encuesta se tomó en cuenta la población muestra de acuerdo al cálculo del tamaño de las muestras para realizar el estudio. Las encuestas se pasarán con el método aleatorio conforme al tamaño de la muestra.
- A las personas encuestadas se les brindó un costal, para recoger sus desechos sólidos en conjunto con el tren de aseo (los días lunes y jueves).

Recolección de residuos y desechos sólidos a la muestra seleccionada.

- Los días lunes y jueves a partir de las 8:00 horas, se recolectaron los desechos sólidos en conjunto con el tren de aseo, las casas encuestadas se encuentran identificadas con una estampilla en la puerta de su hogar.
- Los días lunes se recolectaron los desechos del casco urbano (64 casas), los jueves se estarán recolectando los desechos del área rural (54 casas).
- Para distinguir los desechos de la muestra, se identificaron los costales al momento de ingresarlos al tren de aseo con marcador permanente.
- Los residuos serán transportados a un terreno privado ubicado en el sector centro, para realizar el pesaje y clasificación de los mismos.

Calculo de Indicadores Ambientales de los residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara la Laguna.

Pesar los residuos y desechos sólidos según su clasificación.

Calcular la Producción Per Cápita (PPC).

- Se expresará en kilogramos de desechos producidos por persona al día, según el número de viviendas seleccionadas.
- Formula $PPC = \frac{1}{7} \frac{A}{B} * P$
-----P

A: Kilogramos total de habitantes de muestra

B: Número de muestra de habitantes

P: Número total de habitantes

Determinar densidad de los residuos y desechos sólidos municipio de Santa Clara la Laguna.

- En el terreno donde serán transportados los desechos, los costales se pesarán para obtener el peso total de los mismos.
- Se utilizará una caja de cartón de área conocida, se determinará la altura y de esta manera se calculará el volumen.
- Se depositará los residuos y desechos sólidos dentro de la caja según su clasificación orgánico, inorgánico reciclable y no reciclable, luego se dará ligeros golpes para acondicionarlos dentro de la misma.

- Se utilizará un metro para medir la altura que ocupan los residuos y desechos sólidos ingresados en la caja, midiendo desde la base de la caja hasta altura que ocupan los residuos y desechos sólidos.
- Se representará los resultados obtenidos en metros cúbicos, multiplicando el área de la caja por la altura ocupada por los desechos sólidos.
- Se calculará la densidad de los desechos ya clasificados, dividiendo el peso de los desechos ya clasificados (orgánicos, inorgánicos siendo los reciclables y no reciclables), entre el volumen de los desechos ya clasificados.
- Expresar los resultados en kg/m³ respectivamente.

Formula:

$$\text{Densidad de la basura } D \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso de la basura en Kg}}{\text{Volumen del tambor en m}^3}$$

Determinar composición física de los residuos y desechos sólidos domiciliarios

- Orgánicos

$$\% \text{ desechos organicos} = \frac{\text{Kg desechos organicos}}{\text{kg desechos totales}} \times 100\%$$

- Inorgánicos

$$\% \text{ desechos inorganicos} = \frac{\text{Kg desechos inorganicos}}{\text{kg desechos totales}} \times 100\%$$

- Inorgánicos recuperables

$$\% \text{ desechos recuperables} = \frac{\text{Kg desechos recuperables}}{\text{kg desechos inorganicos}} \times 100\%$$

- Inorgánicos no recuperables

$$\% \text{ desechos no recuperables} = \frac{\text{Kg desechos no recuperables}}{\text{kg desechos inorganicos}} \times 100\%$$

4.3 Recolección

Considerando la recolección como el proceso de recoger los desechos generados desde el punto de generación, por medio de un equipo de transporte para ser trasladados hacia el basurero municipal.

4.3.1 Servicio de recolección

Existe un servicio municipal de recolección de desechos en Santa Clara la Laguna, el tren de aseo empezó labores en 2,012, con la recolección de desechos de 10 sectores, incluyendo solo calles principales, actualmente cubre los mismos sectores, entrando en más calles sectores dos veces por semana, a un costo de Q1 por bolsa (15X15) y Q2 por costal (1 quintal). Los martes y sábados son los días de mercado, el tren de aseo también recolecta los desechos para transportarlos al basurero municipal.

Son 5 empleados municipales, destinados al tren de aseo, a las personas no se les brinda bolsa para la recolección, entregan sus desechos en costales o botes, para vaciarlos en el camión.

4.3.2 Cobertura de recolección

El tren de aseo cubre 11 sectores, recolectando 60 toneladas mensuales aproximadamente.

Entre las causas que se consideran de una baja recolección son las siguientes:

- Deficiente cobertura del tren de aseo (no cubre todos los sectores del municipio, y algunos no los cubre en su totalidad).
- Topografía y acceso de calles.
- Escasa conciencia de manejo adecuado de los desechos por parte de la población, por lo que disponen de ellos de la forma que consideren más fácil y cómoda.
- Algunas personas viven en pobreza extrema, por lo cual no disponen de capital para cubrir ese gasto.
- En tiempo de lluvia se volvió una práctica muy común para algunas personas sacar sus desechos a la calle para que se los lleve la corriente de agua lejos de sus casas.

4.3.3 Transporte de los desechos

El servicio municipal de tren de aseo cuenta con un camión que no tiene cubierta, por el sistema de volteo, con capacidad de 5 toneladas, el camión es bastante grande, considerando la accesibilidad a las calles del municipio, en su interior no cuenta con apartados de clasificación de desechos, ni manejo de lixiviados.

Otras formas de transportar los desechos de las personas que no cuentan o no pagan el servicio del tren de aseo, es llevar sus desechos a basureros clandestinos cercanos a su vivienda, o llevarlos al basurero municipal, por medio de su vehículo, sobretodo desechos provenientes de la construcción.

4.4 Disposición final

4.4.1 Botadero Municipal a cielo abierto

El basurero se encuentra ubicado fuera del casco urbano hacia el camino antiguo que dirige a Santa Clara conocido localmente como el Cerro Chiq'ul, se localiza con las coordenadas geográficas 14.7260083 latitud y 91.3030389 longitud. En el terreno destinado para el botadero se vierten gran cantidad de desechos, según estimaciones del personal del Tren de Aseo, la cantidad vertida es de 60 toneladas aproximadamente por mes. Estos desechos al ser vertidos no son sometidos a ninguna clasificación. El manejo que se le da a la basura es quemarla, manteniéndola al nivel de la estructura del botadero, siendo este un manejo inadecuado.

Durante los meses de verano, la quema de basura es más constante debido a la baja humedad que se encuentra en los desechos. Por no contar con ningún tratamiento, los gases por descomposición de los desechos, como el gas metano, son liberados; los lixiviados generados por desechos orgánicos fluyen por las paredes de la estructura.

En los meses de invierno, debido a la alta humedad presente en los desechos se dificulta la quema constante de los mismos, por lo que por el agua de lluvia provoca el rebalse de los desechos sobre la estructura del botadero. A continuación, se presenta una fotografía del botadero municipal en donde se evidencia la cantidad de desechos vertidos en el mismo.



Figura 7. Disposición de los desechos en el Botadero Municipal. Fotografía: Flory Imeri, 2018.



Figura 8. Manejo actual de los desechos en el Botadero Municipal. Fotografía: Flory Imeri, 2018.

En la fotografía anterior, se muestra el manejo actual de los desechos sólidos en el Botadero Municipal, al generar una acumulación que rebalsa la estructura.



Figura 9. Abertura de la estructura para la salida de lixiviados. Fotografía: Flory Imeri, 2018.

En esta fotografía, se observa que al ser acumulados los lixiviados dentro del espacio del Botadero Municipal se optó por crear una abertura para la salida de los mismos al exterior.

4.4.2 Otras formas de disposición

Según el trabajo de campo, se observó que los pobladores optan por darle una disposición final a sus desechos de diferentes formas ajeno a la entrega al Tren de Aseo para dirigirla al Botadero Municipal, siendo las siguientes prácticas las más mencionadas:

- Quemar los desechos inorgánicos
- Tirar los desechos en sitios baldíos, provocando la generación de basureros clandestinos.
- Enterrar los desechos orgánicos e inorgánicos
- Reciclaje
- Disposición en las calles públicas

4.5 Prácticas de reciclaje en el Municipio

El Municipio de Santa Clara La Laguna cuenta con una organización comunitaria de mujeres de acopio de desechos para el reciclaje, el nombre de la organización es “Grupo de mujeres comercializadoras de material reciclable de Santa Clara La Laguna”, este grupo inició su conformación desde noviembre del año 2017, está integrado por 16 personas quienes representan cada una a un sector del Municipio, siendo en total 16 sectores. Cuentan con un centro de acopio temporal ubicado en el Sector Centro, el centro de acopio oficial destinado para la recolección se encuentra en construcción actualmente. En el centro de acopio, los pobladores pueden vender sus desechos al grupo de mujeres, quienes se encargan de clasificarlos, limpiarlos, y pesarlos. Además, se encargan de adecuarlos a las exigencias de sus compradores, quienes son empresas grandes que recolectan y compran los materiales ya clasificados para darles una segunda vida. Los desechos que se acopian en este centro son los siguientes:

Tabla 3. Clasificación de desechos a reciclar

No.	Tipo de desecho	Características para reciclar
1.	PET	Plástico de botellas de agua, gaseosas, transparentes, celestes y verdes. Limpio y en buenas condiciones. Separación de tapitas.
2.	Papel	Se separan en: <ul style="list-style-type: none"> - Papel seco - Cartón seco Sin adiciones de plásticos, como figuras, tape o goma.
3.	Vidrio	Se separan en: <ul style="list-style-type: none"> - Transparente - Verde - Café
4.	Aluminio	Incluyen las latas de aluminio
5.	Chatarra	Cualquier material de metal en buenas condiciones.
6.	Tetrapack	Envases de jugos, leches, diferentes productos con estos envases.

Fuente: Grupo de mujeres comercializadoras de material reciclable de Santa Clara La Laguna, 2018.

4.6 Razones de la disposición actual de los desechos

Por medio de pláticas con los pobladores de casa en casa, se identificaron varias razones por las cuales se prefiere disponer los desechos ya sea en el Botadero Municipal o arrojándolos en terrenos baldíos, quemándolos u otras opciones. Estas razones se enlistan a continuación:

- Son prácticas que se han realizado desde sus anteriores generaciones, lo que representa una costumbre inadecuada que no es percibida como dañina.
- El acceso rápido y fácil de desechar la basura en terrenos baldíos, basureros clandestinos.
- La cobertura del tren de aseo municipal no tiene un alcance de todas las viviendas, únicamente en algunos sectores del casco urbano.
- Rechazo al pago del servicio de recolección de basura.
- El poco conocimiento del impacto de una mala disposición de los desechos.
- No aplican lo que saben sobre reciclar y reutilizar ciertos desechos, para un mejor cuidado del ambiente y los recursos naturales.
- Desconocimiento de la generación de plagas y enfermedades provocados por una mala disposición final.
- La carencia de legislación con respecto al tema y su aplicación, que regule estas prácticas con sanciones; que así mismo proponga alternativas sanitarias más adecuadas a los pobladores.
- No existe una planta de tratamiento para la adecuada disposición final de los desechos.

4.7 Análisis de impactos ambientales

Los impactos ambientales por un mal manejo de desechos son evidentes, según el tipo de disposición se puede impactar diferentes recursos naturales, en la siguiente tabla se presenta un resumen de ello:

Tabla 4. Ponderación de análisis de impactos ambientales

	Prácticas de la disposición final	Medios impactados			
		Aire	Agua	Suelo	Total
1.	Verter los desechos en el basurero municipal	3	2	3	8

2.	Arrojar los desechos a la orilla de los ríos.	1	3	3	7
3.	Tirar los desechos sitios baldíos (basureros clandestinos)	1	2	3	6
4.	Quemar los desechos	3	1	2	6
5.	Enterrar los desechos	1	2	3	6
6.	Disposición en las calles públicas	1	3	3	7

1 = bajo impacto, 2 = impacto medio, 3 = alto impacto

Fuente: "elaboración propia, 2018".

Impactos al suelo

La práctica de verter los desechos al basurero municipal impacta el suelo del lugar donde estos son depositados, contaminándose con lixiviados que se originan por la descomposición de los desechos, existe una mezcla de desechos, esta puede incluirse en desechos peligrosos que se tienen en los hogares como baterías de vehículos o pilas alcalinas, en diferentes tamaños, lámparas fluorescentes, envases de plaguicidas, envases de desinfectantes.

Impactos al aire

Se liberan grandes cantidades de gases dañinos a la atmosfera cuando son quemados, ya que en su composición pueden existir desechos con altas cantidades de cloro, ejemplo de ello el PVC y las mantas de polivinilo o mantas vinílicas, entre los principales contaminantes se encuentra el gas metano, que se origina sin necesidad de combustión, solamente por la descomposición de los desechos, este gas forma parte de los gases de efecto invernadero (GEI), lo cual contribuye al calentamiento global. Además, en la quema propiamente dicha se liberan al ambiente gases como Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Bióxido de Nitrógeno, Mercurio, Plomo, Derivados del Azufre, Ozono (dañino a esta altura de la atmósfera), Terpeno, Benceno, Butano, Cenizas de fondo, Material particulado, Agentes patógenos y los tóxicos Dioxinas y Furanos. (Landfill Gas Emission Model , 2005)

Las dioxinas y furanos son creadas durante la quema de materiales que contienen cloro y se distribuyen en el ambiente como parte de los gases, una vez emitidas las dioxinas, pueden viajar en el aire y corrientes marinas, convirtiéndose en un contaminante global,

estos contaminantes son altamente tóxicos e inciden enfermedades graves a la salud humana.

Los contaminantes emitidos por las emisiones de la quema de desechos, se depositan y son asimilados en los tejidos de las plantas de cultivo.

Impactos al agua

El agua también es impactada, al momento de verter los desechos a los ríos, creando una contaminación directa del agua de los mismos.

Los mantos freáticos también se ven impactados, ya que los lixiviados generados por los desechos en el botadero municipal se infiltran en el suelo, y pueden llegar a los cuerpos de agua.

4.8 Puntos críticos de riesgo ambiental y de salud

Por la posición en la que se localizan el basurero municipal y los botaderos clandestinos se consideran puntos críticos de alto riesgo dadas las siguientes características que son enumeradas, desde el punto de vista ambiental y de salud:

Tabla 5. Análisis de puntos críticos

Punto crítico	Riesgo ambiental	Riesgo en salud
Botadero municipal	<p>60 toneladas aproximadamente vertidas al mes en el mismo punto, lo cual puede ocasionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación al suelo y mantos freáticos por lixiviados. ➤ Contaminación al aire por la quema de la misma, liberando gases altamente contaminantes. ➤ Contaminación visual y modificación del paisaje. 	<p>Por la disposición final inadecuada, puede ocasionar los siguientes riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Propagación de roedores (ratas) y mamíferos (perros) en el botadero y sus alrededores, causando enfermedades gastrointestinales y virus como la rabia por la mordedura de la saliva de animales infectados. ➤ Por la quema de los desechos; ardor en los ojos e irritación en las vías respiratorias. ➤ Por la generación de dioxinas y furanos: cáncer, espina bífida y malformaciones.
Botaderos clandestinos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación al agua y suelo por lixiviados. ➤ Contaminación por metales pesados. ➤ Contaminación por restos de líquidos de 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El contacto con ciertos metales pesados como el Mercurio, Cadmio, Plomo y Cromo, pueden causar reacciones y enfermedades como:

ubicados a la orilla de los ríos y en terrenos baldíos.	<p>productos como baterías, y productos químicos de uso doméstico.</p> <p>➤ Produce erosión del suelo en las orillas de los ríos.</p>	<p>inflamación en la piel, cáncer, irritación en la piel, inflamación de encías, fatiga, trastornos del sueño, dolores musculares, trastornos de conducta, bronquitis crónica, dermatitis.</p>
--	---	--

Fuente: "elaboración propia, 2018".

Por los riesgos antes descritos, se consideran puntos de interés especial dentro del poblado y el Centro de Atención Permanente (CAP), ya que su ubicación tan cercana a las viviendas incrementa el nivel de exposición de los habitantes a todos los problemas que pueden ocasionar ya sea a la salud o al ambiente, por ello el manejo adecuado de los mismos se considera de alta prioridad.

En Santa Clara la Laguna, se localizaron 7 puntos críticos, de acuerdo con los niveles de contaminación ambiental y el riesgo a la salud que representan para los pobladores.

4.9 Análisis FODA de Manejo de Desechos del Municipio de Santa Clara La Laguna

En la siguiente matriz FODA se analizan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas propias al manejo de desechos en el municipio de Santa Clara La Laguna, representando los aspectos positivos y negativos identificados en el manejo actual, así como los factores externos e internos. Las fortalezas se identifican como aspectos internos positivos, las oportunidades son aspectos externos positivos, las debilidades son las condiciones negativas internas y las amenazas son los aspectos externos negativos. A continuación, se presenta lo anterior en el siguiente cuadro de análisis.

Tabla 6 Análisis FODA

Factores internos	<p>Fortalezas</p> <p>1. La mayoría de los desechos generados son</p>	<p>Debilidades</p> <p>1. No existe una cultura de clasificación de</p>
--------------------------	---	---

<p>Factores externos</p>	<p>de fácil degradación en el ambiente (68% tipo orgánico).</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Grupo de mujeres promotoras del reciclaje con centro de acopio local para el mismo. 3. Interés de la Corporación Municipal actual para la instalación de una planta de tratamiento municipal. 4. Propuesta de reglamento para el manejo adecuado de desechos sólidos. 	<p>desechos desde los hogares.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. No se cuenta con un servicio de recolección de desechos eficiente que cubra el pueblo. 3. Carencia de un lugar apropiado para dar disposición final a los desechos. 4. Falta de sensibilización ambiental en el tema de manejo de desechos. 5. No se tiene registro ni manejo de basureros clandestinos generados en las áreas pobladas.
<p>Oportunidades</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Espacio en el mercado de material reciclable y compostaje a nivel nacional. 2. Presencia de apoyo institucional del MARN, MAGA, ONGs, USAC, Amsclae para el manejo de los desechos. 3. Interés de empresas privadas para recolección de 	<p>Estrategia FO (Maxi-Maxi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Promover las prácticas de reciclaje y producción de compost fomentando estas prácticas desde las casas hasta el estudio de mercado. 2. Fortalecer el marco legal con la aprobación e implementación del reglamento de manejo de desechos de manera interinstitucional. 3. Desarrollo del proyecto de la construcción de la planta de tratamiento municipal lo antes posible. 	<p>Estrategia DO (Mini-Maxi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Creación e implementación de programas de sensibilización y organización para la población, con respecto al manejo de desechos. 2. Ejecutar un plan de recolección de desechos eficiente que tenga alcance la mayoría de la población. 3. Ubicar en un lugar apropiado una planta de tratamiento municipal para la mejora de la

<p>desechos reciclables.</p> <p>4. Existencia de un marco legal que designa a la municipalidad como responsable de la disposición de desechos</p>		<p>disposición final de los desechos.</p> <p>4. Fomentar la organización social para la creación de un Comité de vigilancia de la disposición de desechos en sitios clandestinos.</p>
<p>Amenazas</p> <p>1. Incremento de la generación de desechos</p> <p>2. Contaminación de los recursos naturales</p> <p>3. Riesgos a la salud humana por mal manejo de desechos</p> <p>4. Obstrucción de cauces de ríos y drenajes</p> <p>5. Deterioro de espacios públicos y paisaje visual</p>	<p>Estrategia FA (Maxi-Mini)</p> <p>1. Implementación de programas de sensibilización para incentivar prácticas de reducción, reutilización y reciclaje de desechos.</p> <p>2. Fomentar el cuidado del medio ambiente, como prácticas de disposición ambiental.</p> <p>3. Fortalecer el conocimiento de las buenas prácticas y la clasificación de la basura para la reducción puntos críticos que amenazan la salud de la población.</p> <p>4. Implementar un sistema de control consecutivo en los puntos críticos en los que los desechos terminan arrastrados en época de lluvia.</p>	<p>Estrategia Da (Mini-Mini)</p> <p>1. Fomentar la participación social, tanto en los hogares como en centros educativos, el manejo adecuado y la clasificación de los desechos.</p> <p>2. Crear programas de sensibilización acerca de los riesgos ambientales y a la salud por la inadecuada disposición de los desechos.</p> <p>3. Fomentar de manera legal el cierre de los botaderos clandestinos.</p> <p>4. Incentivar a la población para la aceptación y utilización del servicio de recolección de desechos municipal.</p>

Fuente: Elaboración propia

El análisis anterior permite mostrar las condiciones actuales del manejo de desechos en el municipio, al ser presentadas las fortalezas y debilidades internas y las oportunidades y amenazas externas, con la visualización de cuatro estrategias. En la primera estrategia FO, se buscó llevar al máximo las fortalezas y oportunidades, en la estrategia DO, se pretende plantear estrategias que maximicen las oportunidades y minimicen las debilidades. Para la estrategia FA, el objetivo fue maximizar las fortalezas y reducir las amenazas, y para la estrategia DA, se minimizan tanto las debilidades como las amenazas, a través de estrategias de prevención y corrección.

En el análisis FODA se logra visualizar la situación desde otro ángulo, al establecer el problema central, los efectos que repercuten, tanto al ambiente como a la población directamente, ocasionados por causas que producen la problemática actual.

4.10 Diagrama causa y efecto del manejo de desechos

En el diagrama de causa y efecto del manejo de desechos sólidos se analiza el inadecuado manejo de desechos, los cuales son la degradación de la salud de la población al contraer enfermedades respiratorias y gastrointestinales, generación de basureros clandestinos no registrados principalmente en áreas verdes, pérdida de desechos reciclables y orgánicos al no presentar un interés de parte de la población y un sistema de recolección de basura deficiente ya que no cubre todo el municipio.

Además, se toma en consideración las causas que conllevan estos dichos efectos, siendo las razones por las que se pueden dar los mismos. Entre las principales causas se identificaron las prácticas tradicionales e inadecuadas de manejo de desechos, la falta de la planta de tratamiento de desechos sólidos, la carencia de un reglamento sobre los desechos sólidos, el funcionamiento inadecuado del sistema de recolección y la ausencia de un departamento municipal específico para el área de educación ambiental.



Figura 10. Diagrama Causa y Efecto. Fuente: Elaboración propia.

La situación actual del manejo de desechos sólidos en Santa Clara La Laguna es crítica, ya que tanto como los pobladores como la Municipalidad les dan una disposición final inadecuada a los desechos, pues estos terminan en las calles, áreas verdes, ríos y hasta son quemados. Los focos de contaminación críticos presentan un alto riesgo a la salud de la población, al ser estos los basureros clandestinos que se encuentran ubicados dentro del área poblada y son arrastrados por la lluvia a los ríos y partes bajas de la cuenca. Asociada a esta situación, se presenta el desinterés y desconocimiento de parte de la población al clasificar y manejar inadecuadamente sus desechos, la carencia de una cobertura eficiente del servicio de recolección de desechos, la carencia de una legislación municipal que respalde el tema de desechos sólidos y la falta de una planta de tratamiento para la adecuada disposición final de los mismos. Con el fin de mejorar la situación actual se presenta en el siguiente capítulo una propuesta de manejo de desechos sólidos para el municipio.

5. CAPÍTULO 5: Propuesta de Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos

La aspiración que se tiene con las propuestas para el plan de manejo, es mejorar la calidad de vida de los pobladores de Santa Clara La Laguna a través de la presentación de herramientas elementales que permitan un adecuado manejo y disposición final de los desechos, con la finalidad de reducir los impactos negativos en el ambiente y riesgos en la salud por la mala disposición que se realiza actualmente.

5.1. Árbol de objetivos

Basado en el diagrama anteriormente presentado de Causa-Efecto, se realiza el árbol de objetivos, planteando como objetivos o metas a lograr para el adecuado manejo de los desechos, los efectos ocasionados por el problema, mientras que las causas se utilizan para buscar componentes y actividades que se encaminan en el mejoramiento de la situación existente.



Figura 11. Árbol de objetivos. Fuente: Elaboración propia: Equipo EPSUM 1c 2018

A través del árbol de objetivos se identifica que se aspira a alcanzar los siguientes beneficios derivados de un adecuado manejo de los desechos:

- Mejora a la salud de la población.
- Mejora de calidad ambiental y disminución de basurero no registrados
- Aprovechamiento de desechos reciclables y orgánicos
- Mejora del sistema de recolección de desechos

A través de líneas estratégicas o de acción se ha identificado las siguientes acciones que se deben de desarrollar para alcanzar los objetivos planteados:

- Incluir a la población en los procesos de implementación del plan para que se tenga una participación integral, y sobre todo para que sea funcional, ya que la población del municipio es la prioridad en el proceso y de su colaboración depende el éxito o fracaso en este proyecto.
- La correcta clasificación de los desechos por parte de la población para reducir la cantidad de desechos que en definitiva no tienen aprovechamiento y manipular de una mejor manera los que pueden ser aprovechados de alguna forma.
- La disponibilidad de un lugar apropiado para la disposición de los desechos sólidos es una planta de tratamiento, la cual es de suma importancia a considerar dentro del proceso de manejo integral de los desechos, considerando la ubicación y el tamaño principalmente.
- Un punto crítico que no se debe dejar de lado es la necesidad de un lugar apropiado donde disponer de los desechos, para este caso una planta de tratamiento y un relleno sanitario requiere de una línea estratégica específica que contemple su adecuada ubicación.
- La disponibilidad de apoyo de las autoridades gubernamentales departamentales, y municipales será una parte importante para ejecutar este plan, presupuestando recursos para las distintas acciones que se deben de realizar en el proceso. Sin olvidar las gestiones de financiamiento externo que pueden ser importantes para avanzar con la ejecución del plan.
- La apertura de un departamento de educación ambiental será una sub dependencia de mucha importancia en el tema de sensibilización a la población y para el fortalecimiento de las autoridades comunitarias con la finalidad de realizar mayor presencia en los temas ambientales.

- La aprobación de la reglamentación sobre el manejo integrado de desechos sólidos será una herramienta indispensable para regular las acciones y las operaciones sobre el tema de generación, clasificación, recolección y disposición de los desechos.

Después de analizar la situación actual del municipio de Santa Clara La Laguna del departamento de Sololá, reflejada en el FODA y el árbol de problemas, se ha realizado el árbol de objetivos con una serie de acciones que se proponen dentro del plan de manejo de desechos sólidos, identificándose las siguientes líneas de acción:

Tabla 7. Enlace de alternativas de solución y líneas estratégicas

Árbol de objetivos (alternativas de solución)	Líneas estratégicas propuestas
<ul style="list-style-type: none"> • Participación y aporte de la población para el manejo de desechos • Aprobación de la población para pago de ampliación del servicio de recolección 	a. Participación social
<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de material reciclable • Reducción de volumen de desechos 	b. Diagnóstico y caracterización de desechos c. Manejo ambiental de desechos
<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de planta de tratamiento de desechos sólidos 	d. Ubicación de planta de tratamiento de desechos sólidos
<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento adecuado del sistema de recolección 	e. Nuevo programa de recolección efectivo que cubra a todo el municipio
<ul style="list-style-type: none"> • Creación de departamento de educación ambiental a nivel municipal 	f. Programas de sensibilización y capacitación

<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilización de la población para el correcto manejo de los desechos solidos • Fortalecimiento de autoridades comunitarias, como la organización de un Comité de vigilancia que vele por la adecuada disposición de desechos a partir de la iniciativa de los pobladores. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de reglamento sobre desechos solidos • Apoyo institucional en el tema de aprobación y ejecución 	g. Fortalecimiento legal y administrativo

Fuente: Elaboración propia, EPSUM-USAC 1-C 2018.

Las distintas actividades que se proponen en cada línea de acción han sido planteadas por los diferentes grupos organizados del municipio en las mesas técnicas que se ha realizado con anterioridad, para que las acciones que se realicen en el plan sean integrales y se pueda contar con la participación de toda la sociedad. El interés y voluntad de colaboración de las autoridades comunitarias está disponible para poner en marcha el plan.

A continuación, se presenta el listado de líneas de acción propuestas dentro del plan de manejo ambiental del municipio de Santa Clara La Laguna:

- a. Participación social
- b. Diagnóstico y caracterización de desechos
- c. Manejo ambiental de desechos
- d. Ubicación de planta de tratamiento de desechos solidos
- e. Nuevo programa de recolección efectivo que cubra a todo el municipio
- f. Programas de sensibilización y capacitación
- g. Fortalecimiento legal y administrativo

5.2. Línea estratégica 1: Participación social

La participación de la población es clave, para generar mejoras en nuestro entorno, es necesario que todos seamos parte del cambio, porque nuestro medio ambiente está muy contaminado.

Podemos mejorar nuestro entorno, de formas muy fáciles, por ejemplo: tirando la basura en los lugares adecuados, por parte de la municipalidad se generarán los mecanismos y los medios necesarios para que existan espacios con recipientes para tirar la basura clasificada.

Es importante que toda la población clareña se involucre en las actividades. Debido a que son los actores principales los cuales deben de saber de qué forma dispondrán de la basura que generan, porque, el proyecto está enfocado en la formulación de actividades para la incidencia de los vecinos de Santa Clara la Laguna, partiendo de la capacidad de observación comprensión y la responsabilidad que deben de ejercer respecto al medio ambiente a partir de la identificación de la realidad.

Se establece que los ambientes sanos se verán gradualmente, debido a que es un proceso, primero se deberán de establecer las obligaciones y derechos de la población para que las personas sepan de qué forma deberán actuar respecto a la basura que generan, pero es necesario reconocer la importancia del trabajo en conjunto de una forma gradual, es vital iniciar con la ubicación de las personas en la realidad ambiental local, luego adentrarlas en la realidad nacional y mundial.

La educación ambiental se inicia con la identificación de los principales problemas, causas y consecuencias dentro del municipio respecto a la basura, para poder entender el impacto del manejo inadecuado de los desechos sólidos o basura, luego reconocer los daños que la mala disposición genera a la población y la degradación del medio ambiente.

Objetivos:

Contar con el aporte de los líderes comunitarios y personas clave para la realización del Plan de manejo de desechos sólidos, adueñándolos del proyecto para que tenga la aceptación y se le dé continuidad dentro de la población clareña.

Establecer un plan con todos los actores y sectores del Municipio de una forma participativa y consensuada.

Actividades:

1. Organización de reuniones, donde se encuentren diferentes sectores de la comunidad, para obtener ideas y propuestas de forma participativa.
2. Promover el involucramiento de los sectores sociales en el municipio como lo son (organizaciones religiosas, Municipalidad, sector educativo, sector salud, comercial, recolectores, ambiente, deportivos y otros) buscando su participación en la creación e implementación del plan de manejo, a través de consultas, comunicación de beneficios sociales, económicos, salud y ambiente logrados a través de un manejo apropiado de los desechos.
3. Identificar y propiciar la participación del grupo de Mujeres Comercializadoras de Material Reciclable, y otros grupos que trabajen en la recolección de material reciclable, además de instituciones privadas, recolectoras de la región.
4. Preparar las agendas de las reuniones que se programaran, con un plan definido de los alcances de las mismas respecto a eventos que incentiven la participación social en un tiempo suficiente.
5. Ahondar en los puntos relevantes a tocar en el proceso de participativo, la capacitación adecuada orientada a la clasificación efectiva de los residuos orgánicos e inorgánicos, enfocándose en la minimización de residuos inorgánicos no reciclables, además de la calendarización de actividades.

5.3 Línea estratégica 2. Diagnóstico y caracterización de los desechos

Objetivos:

- Definir la generación de desechos per cápita del casco urbano del Municipio
- Establecer la composición de los desechos generados
- Determinar las fuentes generadoras
- Cuantificar la generación de desechos
- Asegurar la obtención con información amplia, confiable y actualizada

Actividades:

Establecer modelos estadísticos para conocer el tamaño de la muestra y el grado de confiabilidad que se desea alcanzar para analizar la composición de los desechos.

Crear instrumentos para recopilar la información sobre la gestión de los residuos y desechos (boletas informativas o encuestas)

Contactar diferentes grupos que pudieran apoyar para la realización del análisis, estudiantes, asociaciones, comunitarios, organizaciones, los cuales visitarían los hogares y recabarán la información necesaria requerida en las boletas informativas o encuestas.

Realizar el análisis de caracterización de acuerdo con las fuentes generadoras ya establecidas, (hogares, mercado, comercios, escuelas, e industria) estableciendo la generación en un tiempo definido, la composición de los desechos, la época del año y la disposición final que le brindan.

- Establecer el proceso de análisis en el campo
- Separar los desechos según sus categorías
- Pesar cada material clasificado
- Lo que no se identifique clasificarlo como otros
- Asegurar que las personas que realizan el proceso de análisis cuenten con el equipo de seguridad el cual debe incluir como mínimo: (Camisa manga larga, pantalones largos, guantes resistentes, botas o zapatos cerrados, mascarilla, entre otros).
- Contar con una balanza adecuada, para pesar los desechos, con una precisión de 50 gramos.
- Distribuir recipientes para clasificar los materiales y bolsas plásticas para almacenarlos temporalmente, una opción también sería la utilización de costales, podría variar un poco el peso por el derramamiento de líquidos en algunos casos.
- Registrar en un formato la fecha y el peso, para luego elaborar la cuantificación según los promedios de las categorías establecidas por generación de desechos.
- Establecer mediante cálculos efectuados la generación diaria de desechos, de acuerdo con las categorías establecidas, sectores generadores e índices per cápita del casco urbano del Municipio de Santa Clara la Laguna.
- Establecer el tipo de disposición de las muestras analizadas, priorizando el reciclaje de las mismas.

Responsables

El análisis de los responsables está basado en el marco jurídico nacional en el cual se asignan competencias directas según lo establecido en la legislación:

Directos

- Municipalidad de Santa Clara la Laguna
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (delegación departamental)
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Centro de Salud) (Centro de Atención Permanente)

Indirectos y colaboradores

- Comité Nacional de Desechos Sólidos del MARN
- Sector Educativo
- Comités Comunitarios
- Grupos Religiosas (Iglesias)
- ONGs
- Tiempo de ejecución estimado
- Planificación: 3 meses
- Ejecución: 15 días
- Análisis: 1 mes

5.4 Línea estratégica 3. Manejo ambiental de desechos**5.4.1 Medidas Primarias**

Son las medidas o acciones que se deben de realizar desde el inicio del manejo de desechos, basándose principalmente en las 3R las medidas primarias y secundarias las cuales contemplan (la Reducción, Reutilización y el Reciclaje).

Reducir

El proceso de reducción de desechos consta básicamente en la reducción del consumo de productos que no son reutilizables, los cuales son los desechos de los productos consumidos, la sensibilización es primordial para que la población opte por los productos que no tienen empaques innecesarios, los plásticos y pajillas, los cuales no se les puede dar ningún tratamiento, la parte más importante es que la población juega el papel principal debido a que cada uno elige el tipo de productos que consume.

Reutilizar

Una de las medidas más importante es la reutilización de los productos de forma múltiple en su estado original, de dicha forma se pueden reducir considerablemente los desechos, donde la población puede empezar a consumir productos que tienen un tiempo de vida útil que rebasa más de un solo uso, es otro aspecto que depende de la población debido a que está en su decisión la utilización de ese tipo de productos.

5.4.2 Medidas Secundarias

Están basadas en la recuperación de los desechos generados de una forma total o parcial, según las características de Santa Clara la Laguna, debe de ser una de las medidas más utilizadas, debido a la utilización de ese tipo de productos.

Reciclar

Existen residuos que pueden volverse materia prima nuevamente y por consiguiente es viable la utilización de los mismos, luego de una serie de procesos incluso genera incentivos económicos para la población involucrada, existiendo así una opción que obedezca la disposición final de ese tipo de residuos, las Mujeres Comercializadoras de Material Reciclable en Santa Clara la Laguna han llevado dicha labor a cabo, luego de una serie de capacitaciones, dichas capacitaciones deben de ser transferidas a la comunidad para que ese tipo de residuos que si pueden tener un tratamiento, sean procesados, y que la población genere un interés a partir de la oportunidad de comercialización que estos tienen.

Objetivo del manejo ambiental de desechos

Implementar las 3r reducir, reutilizar y reciclar los desechos, a través de las medidas primarias y secundarias,

Compostaje

Se ha obtenido información mediante la caracterización de desechos sólidos a nivel domiciliar realizada durante el 2018, estimándose que el 61% de los desechos generados son orgánicos, representando una cantidad importante de material que podría llegar a la planta de tratamiento. Por lo tanto, es necesario contar con procedimientos adecuados que permitan una descomposición de estos materiales en compost de buena calidad que pueda ser empleado en la fertilización de los cultivos.

Para el manejo de los desechos orgánicos serán necesarias capacitaciones y asistencia técnica en este tema al personal de operaciones de la planta de tratamiento. Tomando en cuenta que los materiales orgánicos generados a nivel domiciliario son restos de vegetales, alimentos, suelos, ceniza, entre otros, podrían ser manejados mediante vermicomposteras y/o aboneras tipo bocashi para acelerar los procesos de descomposición, y velando siempre por la calidad del compost resultante. Dependiendo de la cantidad de producción se podría realizar un estudio de mercado para mejorar los ingresos por su comercialización.

5.4.3 Medidas Terciarias

Estas acciones están enfocadas al final de la cadena de manejo de desechos, en los cuales las acciones pretenden dar una disposición final a aquellos desechos que no se pueden utilizar, ni reciclar, se debe de tratar este tipo de residuos de la forma más ambiental posible en su disposición final.

Por el momento el Municipio no cuenta con una planta de tratamiento de desechos sólidos ni un relleno sanitario, se debe de realizar el estudio correspondiente para la evaluación de viabilidad del o los lugares que se consideran como alternativas para la selección del sitio con el fin de examinar si cumplen con las condiciones presentadas.

Los aspectos a considerar para darle una disposición final ambiental son los siguientes:

- El tipo de tecnología y sistema que se pretende implementar para la disposición final debe elegirse sobre la base particular técnica, social, ambiental, económica, sobre todo aceptable y viable en el municipio.
- La base de tratamiento, independientemente del tipo del medio de transformación física, química o biológica, debe buscar la obtención de beneficios sanitarios o económicos, reduciendo o eliminando sus efectos nocivos con el ambiente.
- El proceso de disposición final se realizará con lo más inservible, inerte y sin valor de recuperación, reúso y de reciclaje.
- Evaluación de viabilidad a través de un análisis sobre el sistema, tomando en cuenta los aspectos legales, técnicos, financieros y el tiempo de duración del proyecto.

Crear las bases sólidas que conciba el proyecto de disposición final de desechos del municipio estableciendo entonces:

- a) La selección adecuada del sitio de disposición final
- b) Diseño y construcción de la planta
- c) Actividades a desarrollar en el lugar
- d) Operación y funcionalidad
- e) Actividades de mantenimiento
- f) Plan de clausura

Para realizar lo anteriormente descrito se debe contar con la información básica de generación de desechos en el pueblo, contemplando los siguientes aspectos:

- Procedencia de los desechos
- Composición y cantidad de los desechos a disponer
- Terrenos disponibles para la creación de la planta o la compra de posibles terrenos
- El uso futuro del terreno una vez terminada su vida utilidad
- Los recursos para operación y mantenimiento
- Asesoría de un profesional competente en la temática medioambiental
- Elaboración de un estudio de prefactibilidad y factibilidad del proyecto
- Realización de un estudio de evaluación de impacto ambiental
- Cuando ya esté la planta implementada se debe de realizar un plan de clausura y suspensión definitiva de la disposición de desechos en el botadero municipal actual, realizando los controles necesarios para minimizar los impactos al ambiente y a la salud de la población durante la estabilización del mismos, y utilizando principios de ingeniería para la compactación, conformación y sellado del mismo.
- Coordinar e implementar controles para el saneamiento del área y minimización del agua pluvial, así como el derramamiento de lixiviados, erosión, migración de biogás, emisión de gases, contaminación, debido a la sensibilidad ambiental que se presenta por la ubicación que posee el botadero municipal.
- Medidas de control y monitoreo para vigilar los puntos críticos donde se vierten los desechos que sean susceptibles a obstrucción del cauce de los ríos y puedan provocar inundaciones en las viviendas cercanas o derramamiento de basuras que al irse dentro de los cauces de ríos se expandirán en los lagos y océanos.
- Fomento de programas de limpieza en las calles, involucrando a la población perteneciente a diferentes sectores, además del establecimiento de medidas de prevención para tirar los desechos en recipientes adecuados en vez de tirarlos en

las calles y las banquetas, para prevenir el deterioro de los espacios públicos y mejorar el paisaje visual.

5.5 Línea Estratégica 4: Ubicación de Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos y Relleno Sanitario Municipal

Presentar las características ambientales y sanitarias necesarias para la ubicación de una planta de tratamiento de desechos sólidos y un relleno sanitario en el municipio de Santa Clara La Laguna.

Actividades:

- Evaluar la cantidad de generación de desechos en el municipio de Santa Clara La Laguna para establecer con ello la capacidad requerida de la planta de tratamiento y el relleno sanitario.
- Analizar el tiempo de vida del proyecto considerando la cantidad de desechos generados actualmente y la proyección a largo plazo.
- Determinar las operaciones que se realizaran en el lugar a seleccionar.
- Definir las actividades de operación y mantenimiento.
- Examinar el proyecto mediante un estudio de factibilidad, que incluya un estudio de impacto ambiental.
- Establecer las características para evaluar la ubicación apta para la planta de tratamiento y relleno sanitario.

En la actualidad los desechos sólidos en el municipio de Santa Clara La Laguna se están manejando de manera inadecuada desde los hogares hasta el botadero municipal, principalmente por la carencia de un lugar apropiado donde se pueda dar una disposición final de los desechos. Por lo tanto, en esta línea estratégica se tratará sobre las características idóneas para ubicar un sitio para la disposición final de los desechos sólidos, una planta de tratamiento y un relleno sanitario.

Dado que en Guatemala no se cuenta con una normativa específica para este tema se buscaron normativas internacionales que pudieran ser aplicadas al caso de estudio, considerando características socioeconómicas y culturales similares a las del poblado analizado, por ello fue considerada como la mejor opción la Norma 083-SEMARNAT-2003

(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México), para la selección de un sitio para la disposición final de residuos sólidos urbanos, adaptándola al contexto analizado del Municipio en cuestión, además se complementa con el Manual de la Organización Panamericana de la Salud de la Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales (Zamora, 2013).

5.5.1 Condiciones para la ubicación de un relleno sanitario en Santa Clara La Laguna

Los requerimientos del lugar de ubicación dependen de la cantidad de desechos generados por día y su composición general en cada lugar, para este caso, por estimaciones se cuantifica una generación de 11.35 toneladas diariamente, por lo que en la categorización de la Norma 083-2,003 (SEMARNAT), se aplicarían los siguientes requisitos (Zamora, 2013):

5.5.1.1 Ubicación

- Debe estar alejado a una distancia mínima de 1,500 metros a partir del límite de la traza urbana de la población, así como de poblaciones rurales de hasta 2,500 habitantes.
- En caso de no cumplirse con esta restricción, se debe demostrar que no existirá afectación alguna a dichos centros de población.
- En localidades menores de 2,500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 metros, contados a partir del límite de la traza urbana existente.
- No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.
- Respetar el derecho de vía de obras públicas municipales.
- No debe ubicarse en zonas de planicies susceptibles a inundaciones por crecida de ríos o cercanas a su cauce, áreas de recarga de acuíferos, zonas arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.
- El relleno sanitario deberá estar ubicado de tal manera que el viento circule desde el área urbana hacia él; en caso contrario, para contrarrestar esta molestia se deben sembrar árboles y vegetación espesa en toda la periferia del relleno (Zamora, 2013).

5.5.1.2 Aspectos geológicos

- Debe estar a una distancia mínima de 60 metros de una falla activa que incluya desplazamiento en un período de tiempo de un millón de años.
- Se debe localizar fuera de zonas donde los taludes sean inestables, es decir que puedan producir movimientos de suelo o roca, por procesos estáticos y dinámicos (Zamora, 2013).

5.5.1.3 Aspectos hidrológicos a cumplir

- El objetivo de este estudio es garantizar que no existe conexión alguna con los mantos freáticos y acuíferos, para evitar su contaminación por los lixiviados que se generan.
- Se debe localizar fuera de zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior se debe demostrar que no exista la obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los desechos sólidos.
- La distancia de ubicación del relleno sanitario, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, debe ser de 500 metros como mínimo.
- La ubicación entre el límite del relleno sanitario y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego o ganadero, tanto en operación como en abandono, será de 500 metros.
- Se deben evitar zonas donde existan o se puedan generar hundimientos que lleven a fallas o fracturas del terreno, que incrementen el riesgo de contaminación al acuífero (Zamora, 2013).

Otros estudios hidrogeológicos a realizar:

a. Evidencias y uso del agua subterránea

Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea y su profundidad, tales como manantiales, pozos y norias, en la zona de influencia. Así mismo, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en el área de ubicación del terreno (Zamora, 2013).

b. Identificación del tipo de acuífero

Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero (confinado o semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero (Zamora, 2013).

En síntesis, para el municipio de Santa Clara La Laguna la planta de tratamiento y el relleno sanitario debe estar a una distancia no menor de 1.5 kilómetros de cualquier vivienda o la aldea que posee más de 2,500 habitantes. No debe ubicarse cerca de cuerpos de agua, ya sean superficiales o subterráneos, respetando la distancia de 500 metros respecto a cuerpos de agua superficiales y pozos. El terreno debe ser seco, no propenso a inundaciones, sin riesgo de ser lavado por la lluvia. Debe analizarse la dirección del viento para evitar que los malos olores lleguen a la población y circulado para evitar el ingreso de animales. Dado que la mayoría del suelo en el municipio es franco-arenoso el relleno sanitario debe contar con una membrana base, impermeabilizante que proteja el suelo de contaminación (Zamora, 2013).

5.5.1.4 Estudios generales previos a la construcción de la planta de tratamiento y relleno sanitario

Los estudios que deben realizarse antes de la construcción y operación del relleno sanitario, variarán de acuerdo al tipo de sitio, por lo que en la etapa de selección del lugar es importante considerarlos (Zamora, 2013).

a. Estudios de generación y composición

Estos estudios son básicos, ya que definirán la capacidad y el tamaño del área necesaria, la cantidad presentada en el presente estudio es un estimado, el cual debe ser actualizado por medio de un estudio más profundo, con proyección para al menos el tiempo de vida útil del sitio de relleno sanitario (Zamora, 2013).

b. Estudio Topográfico

Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final (Zamora, 2013).

c. Generación de biogás

Se debe estimar la cantidad de generación esperada del biogás, mediante análisis químicos estequiométricos, que tomen en cuenta la composición química de los residuos por manejar (Zamora, 2013).

d. Generación del lixiviado

Se debe cuantificar el lixiviado mediante algún balance hídrico.

Ya seleccionado el lugar se deben cumplir las características constructivas, operativas, de mantenimiento y monitoreo, así como un plan de clausura y rehabilitación del sitio del relleno sanitario (Zamora, 2013).

Responsables

Municipalidad de Santa Clara La Laguna

Asesoría

Delegación departamental de Sololá del MARN

Comisión Nacional de Desechos Sólidos

ONG

Técnicos especializados

Tiempo de planificación y preparación

3 años

Tiempo de vida útil

20 años (estimado)

5.6 Línea Estratégica 5: Programa de Recolección Efectiva de Desechos Sólidos

Actualmente existe un tren de aseo, que cubre ciertos sectores de la población clareense, se contempla que dentro del proceso de gestión de los desechos es uno de los aspectos más importantes para poderle dar la disposición correcta, uno de los problemas más graves es que la cobertura del servicio es mínima, debido a que no pasa en todos los sectores, por ello se debe de crear un modelo que cubra todo el municipio, para que las personas que disponen de sus residuos, tengan el acceso al servicio.

Se debe de generar un programa de recolección selectiva, que considere la separación de los desechos desde la fuente (domicilios), en necesario tomar en cuenta que se necesita una concientización adecuada y capacitación a la población, deben de reconocer que algunos desechos son aprovechables, extrayendo el máximo de utilidades posibles de un producto, dando entonces un impacto positivo en la economía y en el ambiente.

Objetivo:

Presentar un plan para una recolección más efectiva de los desechos sólidos y el aprovechamiento de los desechos reciclables.

Actividades:

- Establecer un programa de educación ambiental y capacitación a la población donde se establezcan los deberes de los usuarios para una recolección eficiente, donde se comunique la nueva ruta, tarifa, frecuencia, y tipo de material que se recolectará según el programa semanal de recolección.
- Crear una campaña de comunicación fortaleciendo a las autoridades comunitarias y actores principales para que sean los promotores de la clasificación e identificación de los residuos en los almacenajes temporales, en botes clasificados.
- Establecer el tipo de recolección de basura y los deberes de la población para mantener limpios los espacios públicos como las calles, parques, terminales de buses, mercado, áreas deportivas, municipalidad y otros.
- Instalar cestos y recipientes de basura, correctamente identificados en puntos estratégicos, considerando un diseño con abertura pequeño, con el fin de que la población no deposite sus residuos domiciliarios, enfocándose únicamente en los que son generados fuera de sus hogares.
- Asegurar que los cestos y recipientes instalados cumplan con su función, realizando monitoreos.
- Elaborar una señalización apropiada que indique donde se encuentran ubicados los recipientes y que incentive a la población a utilizarlos.

5.6.1 Transporte de los residuos y desechos

- El servicio de recolección debe ser correctamente monitoreado, para tener los resultados esperados, con el objetivo de hacer un proceso efectivo respecto al servicio del tren de aseo y las responsabilidades de los usuarios.
- Establecer un sistema de recolección selectiva, así como el tipo de vehículo que se debe emplear y adoptar de acuerdo con las características físicas y poblacionales como la capacidad económica.
- Fijar como objetivo de la administración municipal alcanzar la cobertura total del municipio con el servicio de recolección.

5.6.2 Tipo de recolección planificada: Recolección Selectiva

La recolección debe contemplar una clasificación a nivel domiciliario, es decir que la misma población es la responsable de clasificar los residuos, para optimizar el manejo de los desechos, para que el tren de aseo pase a recolectar según el día de tipo de desecho asignado.

Tabla 8. Clasificación de los desechos sólidos.

Desechos Orgánicos Biodegradables	Desechos Reciclables	Desechos no Reciclables
Provenientes de los jardines, restos de comida, restos de frutas y verduras	Plástico Vidrio Latas de aluminio Cartón y papel Metal	pañales y toallas sanitarias Baterías alcalinas y normales Medicina vencida Restos de artículos de limpieza Trapos

Fuente: (International Solid Waste Association, 2011)

5.6.3 Método de recolección

5.6.3.1 Recolección puerta en puerta

Los residuos de las casas serán llevados por los trabajadores del tren de aseo hacia el camión recolector, para asegurar que los desechos sean transportados a la planta.

5.6.3.2 Transporte de residuos

Se debe realizar un estudio previo para establecer el Plan de recolección y transporte, donde se definirá la cantidad de camiones, la capacidad de los mismos, las rutas y los días de recolección.

5.6.3.3 Frecuencia de recolección

La recolección es recomendable de 2 a 3 veces por semana, con el objetivo de no tener residuos en descomposición por tantos días cerca de los domicilios, y disminuir la reproducción de plagas.

Para la frecuencia de recolección es importante considerar los siguientes aspectos:

- Cantidad de residuos generados
- La composición de los residuos
- El clima
- Las estaciones del año o días festivos
- Características geográficas del lugar

Este método ofrece las siguientes ventajas a considerar:

- Aprovechamiento al máximo del potencial de residuos seleccionados
- Disminución en la producción de materiales que no se pueden reciclar
- Facilita la clasificación de materiales reciclables que se puedan comercializar fácilmente
- Brinda la posibilidad de generación de empleo y mejoramiento de ingresos, con la conformación de asociaciones de recolectores y recicladores
- Mejora el aseo en zonas publicas
- Reduce los gastos públicos al hacer una colecta programada

5.6.3.4 Ruta de recolección

Se debe realizar un estudio de las condiciones de las calles, amplitud, estrechez, pendientes y áreas, así como la capacidad de los camiones.

Responsable

- Municipalidad de Santa Clara la Laguna
- Personal del Tren de Aseo
- Población en general

Tiempo de planificación

1 año

Tiempo de ejecución

20 años, con revisiones periódicas anuales

5.7 Línea Estratégica 6: Programas de Sensibilización y Capacitación**Objetivos:**

- Promover la correcta clasificación de los desechos desde los hogares, a través del respeto al medio ambiente y a las demás personas, estableciendo que los desechos deben de clasificarse y darles la correcta disposición en los lugares adecuados.
- Brindar la sensibilización adecuada de acuerdo a los sectores establecidos para realizar el proceso.
- Incentivar a la población para aplicar el sistema de las 3Rs, reutilizar, reciclar y reducir y los beneficios que el sistema de las 3Rs conlleva.
- Dentro del contexto educacional y cultural involucrar a la población integrada y sostenida
- En la esfera de educación y difusión de la información, establecer programas educativos para la población según los sectores definidos (líderes comunitarios, asociaciones comunitarias, instituciones educativas, amas de casa, sociedad civil, comerciantes y más).
- Analizar mediante reuniones comunitarias el nivel de conocimientos de la población, en el tema de manejo de desechos sólidos para definir objetivos reales, tiempo de duración, mecanismos y herramientas que se requieren para la campaña educativa.

- Selección de material educativo para la población que será sensibilizada y capacitada, dentro del material deben de estar contemplados: panfletos, spots, videos, boletines, afiches, considerando el grado de analfabetismo de la población.
- Solicitar una asesoría especialista para la coordinación de la educación ambiental, se recomienda abocarse a la Delegación Departamental del Ministerio de Ambiente de Sololá, en el área de educación ambiental o a la Dirección de Género y Participación Social de dicho Ministerio en sus oficinas centrales, además de contar con el apoyo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

5.8 Línea Estratégica 7: Fortalecimiento legal y administrativo

Objetivos:

- Crear el Juzgado de Asuntos Municipales, el cual será, la dependencia encargada de la ejecución de las ordenanzas y del cumplimiento de sus disposiciones, resoluciones, acuerdos y reglamentos emitidos por el concejo municipal.
- Aprobar el reglamento para el manejo integrado de Residuos y Desechos Sólidos en el municipio de Santa Clara la Laguna, donde se normará lo relacionado al almacenamiento, limpieza, ornato, recolección, transporte, reciclaje, disposición final, Educación, Organización, participación social, prohibiciones, infracciones y sanciones relacionado a los desechos sólidos.
- Fortalecer a la Unidad de Gestión Ambiental Municipal, con el propósito de que se pueda tener un mejor control sobre el manejo de los desechos sólidos.

Actividades:

- Contar con el Juez de Asuntos Municipales quien es el titular encargado del Juzgado de Asuntos Municipales, a quien le compete conocer de todos los procedimientos administrativos correspondientes dentro del territorio municipal y hacer cumplir todas las ordenanzas, disposiciones, resoluciones, acuerdos y reglamentos emitidos por el concejo municipal.
- Publicar el reglamento para el manejo integrado de residuos y desechos sólidos el cual contendrá las normas pertinentes para el manejo de los desechos.
- Ejecutar mediante las personas responsables el reglamento para mejorar la situación del manejo de desechos sólidos.

- Creación de las oficinas de Educación Ambiental a la cual le corresponderá trabajar con la población lo relacionado al desarrollo y conciencia de las aptitudes en relación al ambiente; Oficina para el manejo de Desechos sólidos, será la encargada de velar que el servicio de manejo de desechos sólidos sea eficiente; Oficina de Servicios Públicos a la cual le corresponde velar que los servicios públicos sean prestados de una manera transparente, igualitaria y saludable.
- Informar mediante medios de comunicación a la población, la apertura del juzgado de asuntos municipales; la entrada en vigor del reglamento para el manejo integrado de los residuos y desechos sólidos y la creación de las oficinas de educación ambiental, oficina para el manejo de desechos sólidos y oficina de servicios públicos.
- Asignar recursos presupuestarios para la Apertura de Juzgado de Asuntos Municipales, publicación del reglamento para el manejo integrado de residuos y desechos sólidos, funcionamiento tanto del Juzgado de Asuntos Municipales como de las oficinas de educación ambiental, Oficina para el Manejo de Desechos Sólidos y Oficina de Servicios Públicos.

Responsables

- Concejo Municipal
- Unidad de Gestión Ambiental Municipal

Tiempo de Ejecución

2 Años

5.9 Priorización y cronograma

A continuación, se presenta un cuadro con la priorización de las líneas estratégicas, iniciando con la más prioritaria, y el tiempo de ejecución del plan. Se ha realizado en conjunto con las principales autoridades y líderes comunitarios considerando la metodología que se debe abordar para que el proyecto sea viable y que los pobladores del municipio de Santa Clara La Laguna puedan ser partícipes y colaboradores durante el proceso.

Tabla 9. Cronograma de ejecución del plan municipal de gestión integral de residuos y desechos sólidos

Priorización		Ejecución del plan en años																						
Nº	Líneas estratégicas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.	Participación social	■	■			■			■			■			■			■			■			
2.	Programas de sensibilización y capacitación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
3.	Diagnóstico y caracterización de desechos	■						■						■					■					
4.	Ubicación de planta de tratamiento de desechos sólidos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5.	Manejo ambiental de desechos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6.	Nuevo programa de recolección efectivo que cubra a todo el municipio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7.	Fortalecimiento legal y administrativo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Periodo de preparación						Periodo de implementación																

Fuente: Elaboración propia, EPSUM-USAC 1-C 2018.

Uno de los aspectos de mayor importancia es el respaldo legal. Se debe trabajar en la implementación del “Reglamento para el manejo integrado de residuos y desechos sólidos” con el fin de lograr un buen funcionamiento del plan.

La participación social se prioriza porque de la colaboración y empeño de la población en general depende del buen funcionamiento del proyecto a largo plazo. Se deben programar reuniones y monitoreos con las autoridades comunitarias y grupos organizados afines para velar por el buen desenvolvimiento de las distintas actividades que se realicen durante el proceso. La sensibilización es una línea trascendental para que se mantenga el espíritu de voluntad de la población y se puedan reforzar algunos temas respecto al manejo y clasificación de los desechos.

Por su parte el diagnóstico y caracterización de los desechos es una línea indispensable tanto para la ubicación y construcción de la planta de tratamiento y relleno sanitario, como para el manejo ambiental de los desechos. La construcción de la planta de tratamiento y relleno sanitario es la actividad de mayor inversión económica por lo que es importante

conocer los datos de la caracterización. Se recomienda hacer una construcción con proyección de servicio de al menos 20 años.

Se debe implementar una mejora en la ruta del tren de aseo que cubra todo el municipio. Es importante que esta recolección sea de forma clasificada con días específicos. Con esto se puede lograr el aprovechamiento de los desechos orgánicos e inorgánicos no reciclables.

CONCLUSIONES

Santa Clara La Laguna no cuenta actualmente con un eficiente manejo de los residuos y desechos sólidos. Sin embargo, ha iniciado con algunos procesos de mejora en la disposición final de los mismos. Entre estos cabe destacar la formación, en conjunto con Amigos del Lago de Atitlán, del “Grupo de mujeres comercializadoras de materiales reciclables de Santa Clara La Laguna”.

La falta de una planta de tratamiento de desechos sólidos e ineficiente ruta de tren de aseo ocasiona que los pobladores de Santa Clara La Laguna dispongan su basura en basureros clandestinos, la quemen o la entierren.

Gran parte de la disposición final de los desechos sólidos en el municipio es en basureros clandestinos que son focos de contaminación, principalmente de insectos y roedores. Muchos de los pobladores también queman parte de su basura. Esto puede ocasionar enfermedades respiratorias por los tóxicos que liberan los plásticos al quemarse.

La principal causa de la contaminación ambiental por desechos y residuos sólidos en el municipio de Santa Clara La Laguna, se debe a la falta de conciencia sobre los efectos negativos que genera la basura en la salud y ambiente.

RECOMENDACIONES

La educación ambiental es uno de los ejes de mayor importancia debido a que se debe generar un cambio de conducta en las personas para lograr tener un ambiente limpio y saludable. Las personas deben tomar responsabilidad sobre los desechos sólidos que generan y los daños que causa a su salud, ambiente y comunidad. Se debe tener un enfoque principal en la reducción de consumo de productos inorgánicos no reciclables, debido a que son estos a los que no se les puede dar un segundo uso.

La municipalidad debe brindar los servicios básicos para el manejo adecuado de residuos y desechos sólidos. Es de vital importancia la realización de la caracterización a nivel municipal (plaza, domiciliar, comercios), construcción de la planta de tratamiento de desechos sólidos, eficiente ruta de tren de aseo que recolecte los materiales clasificados,

Se debe trabajar en el fortalecimiento administrativo mediante la implementación de la oficina de servicios públicos, oficina de educación ambiental, oficina de manejo de desechos sólidos y el juzgado de asuntos municipales.

La organización para la formación del “Comité de vigilancia de la disposición de desechos sólidos” es uno de los componentes más importantes ya que con esto se logra la participación ciudadana activa.

La aprobación del “Reglamento para el manejo integrado de residuos y desechos sólidos” dará las pautas y respaldo legal para el cumplimiento de este plan municipal de la gestión integrada de residuos y desechos sólidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. (2016). *Guía Práctica para la Formulación de Planes Municipales para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos. 1ra.* Guatemala, Guatemala: gíz.
- Artesanías Innova. (2013). *Cooperativa COPIKAJ/Artesanías Innova*. Obtenido de Cooperativa COPIKAJ/Artesanías Innova: <http://artesaniasinnova.com/cooperativas/copikaj/>
- Benbibre, C. (9 de febrero de 2011). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/desechos-solidos.php>
- Cid, A. D. (2009). *Manejo de desechos sólidos*. Venezuela.
- Cisneros, B. E. (2001). *La contaminación ambiental en México*. México: UMUSA S.A. de C.V.
- Cisneros, B. E. (2001). *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*. México.
- Contreras, J. M. (2011). *Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá*. Colombia.
- Cristal, E. E. (2008). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Guatemala.
- dequate. (2012). *dequate*. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de [dequate: www.dequate.com/Departamentos/Santa-Clara-la-Laguna](http://www.dequate.com/Departamentos/Santa-Clara-la-Laguna)
- Encargado CONALFA. (23 de Febreo de 2018). Aspectos sobre Alfabetización y Analfabetismo. (R. J. Morales Guzmán, Entrevistador)
- Flores, M. (17 de julio de 2018). Archivos municipales. Departamento de Planificación Municipal -DMP. Municipalidad de Santa Clara La Laguna. *Botadero municipal y tren de aseo*. (R. Silva, Entrevistador) Santa Clara La Laguna Sololá, Guatemala.
- García, A. G. (2008). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Guatemala.

- Girón Xiquitá, R. S. (2015). *Complejo Institucional de Educación Básica Santa Clara La Laguna - Sololá*. Sololá.
- Heike, G. W. (1999). *Ingeniería ambiental*. México: Pearson Educación.
- Henry, J. G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Pearson Educación.
- Instituto Nacional de Estadística. (2017). *Estimaciones de la población total por municipio. Periodo 2018*. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala.
- Landfill Gas Emission Model* . (2005).
- MARN. (2010). *Glosario de términos de uso frecuente en la gestión ambiental*. Guatemala.
- MARN. (2010). *Guía de capacitación a recicladores para su incursión en los programas de formación municipal*. Guatemala.
- Medrano, R. (2007). *Contribución al fortalecimiento del sistema de Parques Regionales Municipales, apoyados por la asociación "Vivamos Mejor" en los municipios, San Pedro La Laguna, Santa Clara La Laguna, San Marcos La Laguna y San Juan La Laguna, Sololá*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- MINEDUC. (23 de Febrero de 2018). Aspectos Educativos en el Municipio Santa Clara la Laguna, departamento de Solola. (R. J. Morales Guzmán, Entrevistador)
- Moreira Castillo, J. R. (Septiembre de 2011). *Caracterización biofísica y de manejo agronómico del sistema productivo maíz (Zea mays L.) -frijol (Phaseolus vulgaris L.) en el Municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá, Guatemala, C.A*. Santa Clara La Laguna.
- Municipalidad de Santa Clara la Laguna. (2018). Economía. *Plan de Desarrollo Municipal*, 17.
- Municipalidad de Santa Clara La Laguna. (s. f.). *Plan de Desarrollo Municipal 2018 - 2032*. Santa Clara la Laguna: Municipalidad.
- Municipalidad de Santa Clara La Laguna. (s. f.). *Plan Estratégico Institucional 2016 - 2020*. Santa Clara La Laguna: Municipalidad.

- Municipalidad de Santa Clara La Laguna. (s.f.). *Plan de desarrollo municipal. Santa Clara La Laguna. 2018-2032*. Municipalidad de Santa Clara La Laguna, Santa Clara La Laguna, Sololá.
- Pérez, G. E., Gándara, G. A., Rosito, J. C., Maas, R. E., & Gálvez, J. J. (enero-junio de 2016). Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge. *Revista Eutopía*(1), 25-68.
- PROARCA. (2013). *Guía manejo de desechos sólidos*. Venezuela: Programa Ambiental Regional para Centroamérica.
- R, N. J. (2006). *Abecario Ecológico*. Colombia.
- Ramírez, A. G. (2008). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Guatemala.
- Segeplan. (Julio de 2008). *Segeplan*. Recuperado el 09 de Marzo de 2018, de Segeplan: <https://goo.gl/3gafUt>
- SEGEPLAN, SINPET, SINIT. (s.f). *Municipios del departamento de Sololá*. Guatemala: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia-SEGEPLAN, Dirección de Políticas Regionales y Departamentales, Sistema Nacional de Planificación Estratégica Territorial -SINPET, Sistema de Usuarios de Información Territorial -SINIT.
- Támez, C. (2003). *Manual de ecología básica y de educación ambiental*. México.
- Toledo, R. D. (2010). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, urbano residencial*. México.
- Zamora, J. W. (2013). *Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango*. Guatemala, Guatemala.
- Zamora, J. W. (2013). *Plan de Manejo Ambiental de Desechos Sólidos del Municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.



CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Mazatenango Suchitepéquez, 26 de septiembre de 2019

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

Respetable Coordinadora:

Muy respetuosamente me dirijo a usted para presentarle el informe final de Investigación Inferencial titulado: **“Caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá”**, presentada por la estudiante **Flory Alejandra Imeri Ordóñez**, quien se identifica con número de carné **201344667**, y Código Único de identificación **2698546491001**, 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 Ingeniera en Gestión Ambiental Local.

Respetuosamente se despide de usted,

Atentamente

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

MSc Celso González Morales
Supervisor EPSIGAL
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC



recibido 26/09/19
KARENREZC



Mazatenango, Suchitepéquez, 18 de octubre de 2019.

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

Apreciable MSc. Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9 del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la Investigación titulada: “Caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliar del municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá”, presentada por la estudiante: Flory Alejandra Imeri Ordoñez, quien se identifica con CUI 2698 54649 1001 , y número de carné 201344667.

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

Respetuosamente, se despide de usted, atentamente,

Ing. Agr. Mirna Lucrecia Vela Armas
Revisora de Trabajo de Graduación
IGAL-CUNSUROC



Handwritten signature and date:
KAREN REBECA PEREZ
18/10/19



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala



Mazatenango Suchitepéquez, 29 de octubre de 2019

Dr. Guillermo Vinicio Tello
 Director
 Centro Universitario de Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la forma más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe de Trabajo de Graduación titulado **"Caracterización de residuos y desechos sólidos a nivel domiciliario del municipio de Santa Clara la Laguna, Sololá"**, de la estudiante **Flory Alejandra Imeri Ordoñez** con carné número **201344667**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el supervisor de 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-08-2019

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

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: **“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL DOMICILIAR DEL MUNICIPIO DE SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ”** de la estudiante: **Flory Alejandra Imeri Ordoñez**, Carné **201344667 CUI: 2698 54649 1001** de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Guillermo Vinicio Tello Castro
Director



/gris