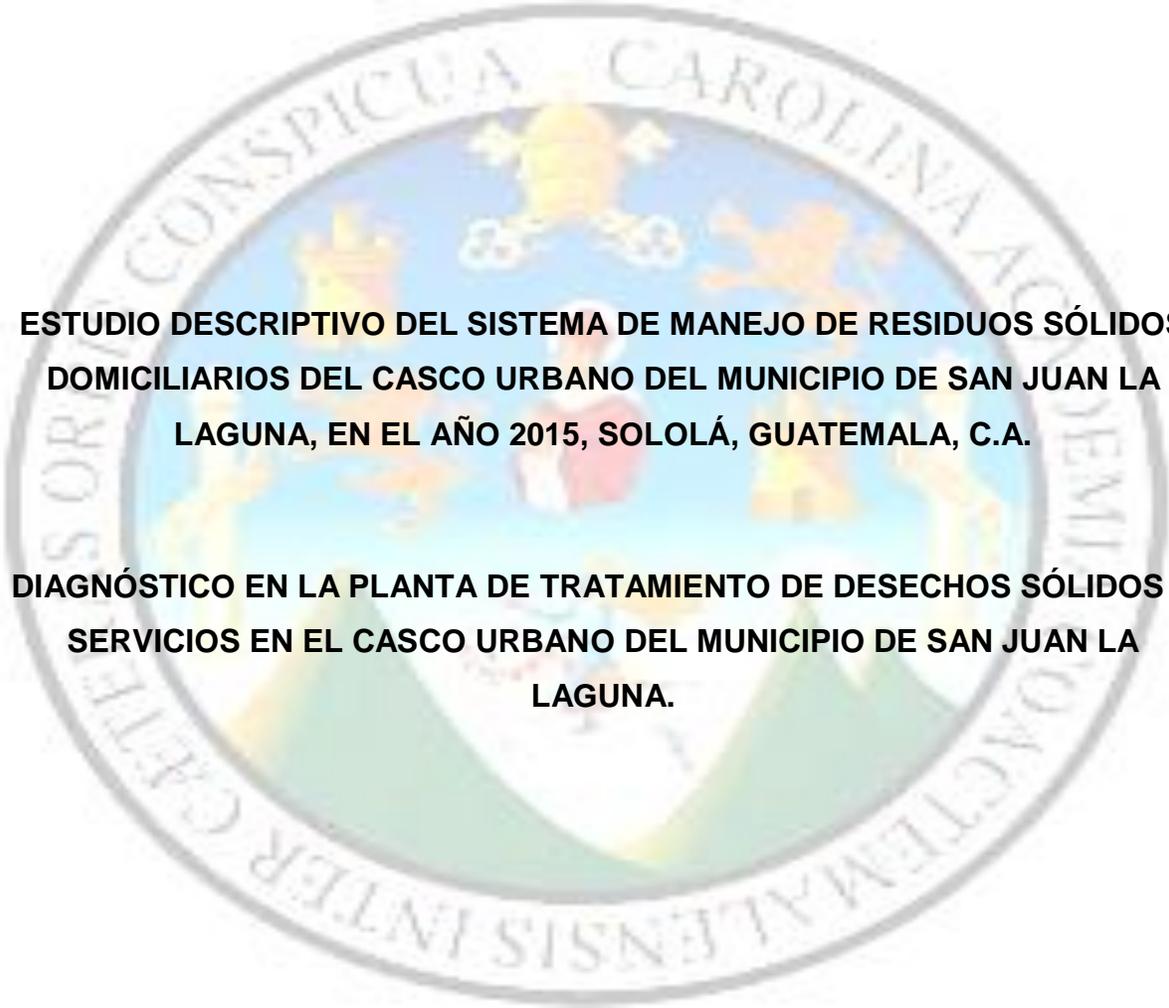


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue sky, a green landscape, and a red and white cross. The shield is surrounded by a blue border with the Latin motto "SORS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA" at the top and "CETTES ALTEMSIS INTER" at the bottom. The seal is faded and serves as a background for the title text.

**ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA
LAGUNA, EN EL AÑO 2015, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.**

**DIAGNÓSTICO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS Y
SERVICIOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA
LAGUNA.**

KATHERINE GUADALUPE PICO PÉREZ

GUATEMALA, MAYO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

**ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA
LAGUNA, EN EL AÑO 2015, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.**

**DIAGNÓSTICO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS Y
SERVICIOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA
LAGUNA.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
POR

KATHERINE GUADALUPE PICO PÉREZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA

GUATEMALA, MAYO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Cesar Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Heberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Br. Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL QUINTO	Mta. E. H. Rut Raquel Curruchich Cúmez
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, MAYO 2016

Guatemala, mayo 2016

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación, **Estudio descriptivo del sistema de manejo de residuos sólidos domiciliarios del casco urbano del municipio de San Juan La Laguna, en el Año 2015, Sololá, Guatemala, C.A.** Como requisito para optar al título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciada. Esperando que el mismo llene los requisitos para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

KATHERINE GUADALUPE PICO PÉREZ

200813738

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS y a la VIRGEN: Por bendecirme cada día al darme la oportunidad de culminar este sueño y meta en su tiempo, brindándome siempre lo que necesito, y por darme esa fortaleza de levantarme cada vez que caigo. Por darme una familia maravillosa y una pareja excepcional.
- A Mi Padre Feliciano Jorge Francisco Pico Ramírez, Por creer en mí, apoyarme siempre tanto económico como emocional, por inculcarme que debo luchar siempre por mis sueños y mis metas y no dejarme vencer. Por el inmenso amor y por el sacrificio que haces día a día. Te Amo con todo mi corazón.
- A Mi Madre María Guadalupe Pérez de Pico, este mérito es para ti, por esa entrega como madre, por esa lucha constante para apoyar a tus hijos y amarlos de manera incondicional. Te Amo con todo mi corazón.
- A Mis Hermanos Ronald Baudilio Pico Pérez, Elsa Scarleth Pico Pérez, Jorge Geovany Pico Pérez (+) y Jorge Paolo Pico Pérez, por ser mi ejemplo a seguir y estar siempre a mi lado, los amo.
- A Mis Sobrinos Ronald Baudilio Pico Morataya y Jorge David Pico Morataya, por ser esos angelitos que Dios nos envió para alegrarnos más nuestras vidas.
- A Mi Futuro Esposo Por ser mi complemento, mi mayor bendición, mi apoyo, mi felicidad, eres mi bendición Dante Gennaro Pisquiy Chávez, Te Amo con toda mi alma, tú y yo tomados de la mano luchando por una vida juntos con la bendición de nuestros padres, de Dios y la virgencita.

A Mi Suegro Dante Hugo Pisquiy Pérez, por ser el hombre que le dio la vida al amor de mi vida, por todo su apoyo y cariño.

A Mis Abuelas Octavia Soto (+) y Elsa Rosaura Ramírez Serrano (+) por los consejos, por su amor las extrañamos y las amo.

A Mis Tíos Por su apoyo y cariño. Y un beso para el cielo para ti Tono Pérez (+) Juan José Hernández (+) Ángel Pérez (+).

A Mis Primos Por ser parte de mi vida y su cariño. Y un beso para el cielo para ti Eddy Pérez (+) y Hugo Hernández (+).

A Mis Amigos Nancy Bran, Hansen Vásquez, Edgar Camey, Juanito Marroquín, Gerardo Habacuc Quiñonez, , Laura García, Rebeca Turcios, Hernán Turcios Raúl Álvarez, Benjamín Morales, Héctor Aldana, Carlos Mansilla, Gustavo Diemek, Geovany Barreno, Bryan Chajón, Erick Hernández, Pablo Rhor, Ader Castillo, Joao Delgado, Jimmy López, Jorge Leonardo Castillo, Fernando Barillas, José Carlos Meda, Vera Lucia Ayala, Diego Posadas, Teresita Oliva, Abner Sagastume, Job Ingles, Emmanuel Falcao, Aroldo Yoc, Elena Morataya, Isi Liliana Guerra, Antonio Angel, Rut Curuchich, Carolina de Matzer, Pedro Matzer, Ana Gabriela Pérez, Andrea Mencos, Leah Blas, Jhonathan Gómez, Erick Cárdenas, Linda Gasparico, Magnolia Maldonado, Lizandro Aguilar, Xiomara Aguilar, Billy Acevedo, Cheche, Fredy Ramírez, Gabriela de García, Mario García.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS Y A LA VIRGEN Por darme la oportunidad de lograr cumplir mis metas y bendecirme cada día de mi vida.
- A MI PADRES Por luchar a mi lado en este proceso que todos soñamos, por su esfuerzo infinito y por la mejor herencia que es mi educación, esto es de ustedes y para ustedes. Los amo
- A MI FUTURO ESPOSO Por tu infinito apoyo, por tu comprensión y paciencia, pero sobre todo por todo tu amor, te amo y adoro mi Baymax.
- A MI SUEGRO Por su ejemplo, cariño y apoyo.
- A MI ASESOR Dr. Edy Vanegas gracias por su tiempo, esfuerzo y apoyo cuando más lo he necesitado.
- A EPSUM Por darme la oportunidad de pertenecer a este increíble programa que nos acerca con nuestro pueblo guatemalteco y sus necesidades.
- A MUNICIPALIDAD
DE SAN JUAN LA LAGUNA Por brindarme un espacio en la realización de mi EPS, aceptarme en sus instalaciones y confiar en mis conocimientos.
- A LA SUBAREA DE MANEJO DE SUELO Y AGUA: por darme la oportunidad de pertenecer a esa Subarea, a cada uno de ustedes muchas bendiciones.
- A MI CASA DE ESTUDIOS: Facultad de Agronomía de San Carlos de Guatemala, por cada momento inolvidable desde mi proceso al ingresar y el egreso.

CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA.

1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 MARCOREFERENCIAL	4
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 METODOLOGÍA	9
1.4.1 Fase de recopilación de información	9
1.4.2 Fase de reconocimiento del área	9
1.4.3 Fase de gabinete	9
1.4.4 Fase de gabinete final	9
1.5 RESULTADOS	10
1.6 CONCLUSIONES	25
1.7 RECOMENDACIONES	27
1.8 BIBLIOGRAFÍA	29

CAPÍTULO II ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA LAGUNA, EN EL AÑO 2015, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN	39
2.2 MARCO TEORICO	40
2.2.1 Marco Conceptual	40
2.2.1.1 Diagnóstico	40

2.2.1.2 Sistema de manejo de residuos sólidos.....	40
2.2.1.3 Generación.....	42
2.2.1.4 Almacenamiento.....	43
2.2.1.4.1 Tipos de almacenamiento:.....	43
2.2.1.5 Recolección.....	44
2.2.1.6 Sistema de recolección y transporte.....	44
2.2.1.7 Tipos de recolección.....	46
2.2.1.8 Aprovechamiento	46
2.2.1.9 Tratamiento	47
2. 2.1.10 Disposición final	48
2.2.1.11 Costos	50
2.2.1.12 Costos del sistema	50
2.2.1.13 Depósitos de seguridad	51
2.2.1.14 Propuestas de manejo de desechos sólidos del plan de desarrollo municipal.....	52
2.2.1.15 Propuestas de manejo de desechos sólidos del Plan maestro de la RUMCLA.....	53
2.2.1.16 Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.....	54
2.2.1.17 Funcionamiento de un sistema eficiente.....	57
2.3 Marco Referencial	58
2.3.1 Aspectos socioeconómicos	58
2.3.1.1 Código municipal.....	58
2.3.1.3 Extensión territorial.....	60
2.3.1.4 Organización local y social	60
2.3.1.5 Organización Municipal	61

2.3.1.6 Organización en la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM).....	62
2.3.1.7 Nivel educativo.....	62
2.3.1.8 Analfabetismo	62
2.3.1.9 Población económicamente activa (PEA).....	63
2.3.1.10 Niveles de pobreza.....	63
2.3.1.11 Organización productiva.....	63
2.3.1.12 División política administrativa.....	64
2.3.2 Aspectos biofísicos	67
2.3.2.1 Clima.....	67
2.3.2.2 Hidrografía	67
2.3.2.3 Zona de vida	68
2.3.2.4 Suelos y tierras	68
2.3.2.5 Flora.....	69
2.3.2.6 Fauna.....	69
2.3.2.7 Estudios realizados	69
2.3.2.8 Cianobacteria y relación con el manejo de los desechos en el lago.	70
2.3.2.9 Autoridad para el Manejo Sustentable de la	
Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno	71
2.4OBJETIVOS.....	73
2.4.1 Objetivos General	73
2.4.2 Objetivos Específicos	73
2.5METODOLOGÍA	74
2.5.1 Etapa I Gabinete Compilación, organización y argumentación de datos	
obtenida por fuentes secundarias.	74
2.5.2 Etapa II campo	74
2.5.2.1 Acompañamiento con trenes de aseo.	74

2.5.3 Elaboración de entrevistas a comercios y viviendas.....	75
2.5.6 Determinación de la Relación beneficio – costo	78
2.5.7 Etapa III Gabinete	78
2.6 RESULTADO y DISCUSIÓN	79
2.6.1 Determinación de la composición física de los residuos sólidos.....	79
2.6.2 Determinación de la Relación beneficio – costo del sistema de manejo	82
de los residuos sólidos.....	82
2.6.3 Identificación de factores que limitan la calidad del sistema de manejo.....	83
de los residuos sólidos y establecer acciones para cada factor.....	83
2.7 CONCLUSIONES.....	88
2.8 RECOMENDACIONES	89
2.9 BIBLIOGRAFÍA	91

**CAPÍTULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA DIRECCIÓN
DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN
LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA.**

3.1 PRESENTACIÓN.....	99
3.1.2 SERVICIO 1: Propuestas de rutas de tren de aseo en el casco urbano	100
del Municipio de San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala.....	100
3.1.2.1 OBJETIVOS	100
3.1.2.1.1 Objetivo General.....	100
3.1.2.1.2 Objetivos específicos.....	100
3.1.3 METODOLOGÍA.....	101
3.1.3.1 Fase de gabinete.....	101
3.1.3.2 Fase de campo.....	101
3.1.4 RESULTADOS	102
PROPUESTA 1.....	103

PROPUESTA 2.....	104
3.1.5 CONCLUSIONES	106
3.2SERVICIO2:Formulación de plan de manejo de desechos sólidos	107
3.2.1 OBJETIVOS.....	107
3.2.1.1. Objetivo general	107
3.2.1.2 Objetivo Especifico.....	107
3.2.2 METODOLOGÍA	108
3.2.2.1 Fase de gabinete	108
3.2.2.2 Fase de campo	108
3.2.3 RESULTADOS.....	109
3.2.4 CONCLUSIONES	113
3.3 SERVICIO 3: Ampliar conocimiento en la gestión ambiental a profesores	
del casco urbano con enfoque en el manejo de los desechos sólidos.....	114
3.3.1 OBJETIVOS.....	114
3.3.1.1 Objetivo general	114
3.3.1.2 Objetivo específico.....	114
3.3.2 METODOLOGÍA	115
3.3.2.1 Fase de gabinete	115
3.3.3 RESULTADOS.....	116
3.3.4 CONCLUSIÓN	117
3.3 .5 RECOMENDACIÓN	117
3.3.6 RUTA DE ACCIÓN.....	118
3.3.7 BIBLIOGRAFÍA	119

INDICE DE FIGURA

Figura	Página
Figura 1 Tipos de almacenamiento.....	43
Figura 2 Tipos de recolección	46
Figura 3 Tipos de disposición final	49
Figura 4 Tipos de residuos	50
Figura 5 Funcionamiento de sistema de manejo de residuos sólidos 2015	51
Figura 6 Funcionamiento de un sistema eficiente.....	57
Figura 7 División política de San Juan La Laguna.....	64
Figura 8 Mapa del municipio de San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala	65
Figura 9 Mapa de Localización, San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala.	66
Figura 10 Recorrido de trenes de aseo	75
Figura 11 Método de cuarteo	77
Figura 12 Composición física de los desechos sólidos en porcentaje	79
Figura 13 Propuestas para tren de aseo	102
Figura 14 Mapa de recorrido de contenedores	103
Figura 15 Mapa recorrido camión pequeño.	104
Figura 16 Mapa de recorrido camión grande.....	105
Figura 17 Plan de manejo de desechos sólidos, planta de tratamiento	
San Juan La Laguna.	109

INDICE DE CUADROS

Figura	Página
Cuadro 1 Identificación de factores limitantes.	83
Cuadro 2 Relación beneficio - costo.....	105
Cuadro 3 Establecimientos participantes.....	116

ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA LAGUNA, EN EL AÑO 2015, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el casco urbano del municipio de San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala, C.A., por parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA) y el Programa de Ejercicio Profesional Supervisado Multidisciplinario (EPSUM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Este trabajo presenta la integración de los resultados del diagnóstico, investigación y servicios realizados en este municipio.

Durante este proceso se obtuvo apoyo del programa EPSUM, EPSA y Municipalidad, así como de algunos pobladores.

La Dirección Municipal de Planificación y la Unidad de Gestión Ambiental Municipal están a cargo de los desechos sólidos, por lo tanto el apoyo fue hacia estas dos Direcciones dentro de la institución, la planta de tratamiento para los residuos sólidos se encontró en una situación con deficiencias según el resultado del diagnóstico presentado en el capítulo I, el cual muestra una caracterización socioeconómica y biofísica, así como un análisis de Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), donde se logró identificar oportunidades de mejora, como la inversión para mejorar la infraestructura, capacitación y aplicar una normativa interna, el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos, además de eso incluye una priorización de problemas donde se propone una solución, recursos y compromiso comunitario.

El capítulo II da a conocer los resultados del estudio descriptivo, en el cual se utilizó el método de cuarteo para conocer la predominación de la composición física de los desechos sólidos generados y el efecto que estos pueden ocasionar al no tener un buen manejo, se identificó la relación beneficio – costo el cual es bajo por las deficiencias en cada proceso, por lo que se propone un cambio de rutas con una separación de los residuos desde su origen, y que exista un pago por el servicio del

tren de aseo de forma conjunta con el servicio anual de agua potable para los pobladores, también se identificaron una serie de factores los cuales evitan el buen funcionamiento del mismo.

Finalmente en el capítulo III, se incluye una propuesta para los trenes de aseo antes mencionada, en la cual la relación beneficio – costo es mayor que la encontrada en la situación actual debido al incumplimiento eficiente del sistema. Se formuló un plan de manejo de los desechos sólidos para implementarse en la planta de tratamiento y este va dirigido a la disposición final de los residuos orgánicos e inorgánicos (reciclables y no reciclables) con mayor predominación recolectados en el casco urbano.

Se realizó la impartición de talleres de educación ambiental a los profesores de centros educativos públicos y privados dentro del casco urbano, y se incluyó al personal de la municipalidad.

Se recomienda implementar la propuesta número dos de cambio de ruta en el tren de aseo, por obtener el resultado con mayor relación beneficio – costo; que la planta de tratamiento inicie a trabajar con el plan de manejo; continuar la educación ambiental con enfoque en los desechos sólidos; incluir actividades de monitoreo de manera periódica con el método de cuarteo para obtener registros, y observar la variación en la generación de los desechos sólidos al ejecutar los servicios planteados.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía se inició con la actualización del diagnóstico de la planta de tratamiento de desechos sólidos en el municipio de San Juan La Laguna, esto para conocer su situación en el año 2015.

También se describen los aspectos más importantes del municipio, lugar donde se encuentra la planta de tratamiento incluyendo una descripción del manejo interno de los desechos sólidos del lugar.

Para obtener un mejor resultado del diagnóstico, se realizó un análisis FODA, y una priorización de problemas, para conocer las debilidades que este momento tiene la municipalidad con su respectivo trabajo en el tema de los desechos sólidos.

Aunque la planta fue inaugurada en el año 2010 con una vida útil de 20 años, no funciona como tal, por lo que se ha convertido en vertedero a cielo abierto, esto por no tener personal capacitado, un plan de manejo, no hay voluntad política, hay desinterés total de las autoridades, y esto refleja un descontento entre los pobladores.

Las alternativas para esta problemática es reconciliar la voluntad política y voluntad ciudadana, así mismo capacitar a los trabajadores del sistema de manejo de los desechos sólidos, implementar propuestas donde se busca reducir el volumen de los desechos así como el manejo.

1.2 MARCO REFERENCIAL

El municipio de San Juan La Laguna cuenta con una población de 11,500 habitantes de los cuáles 6,256 tienen acceso al servicio de recolección de desechos sólidos, que representa tan solo al 52% de la población. La planta de tratamiento de desechos sólidos del municipio funcionaba como un vertedero controlado a cielo abierto. Se encuentra bajo la administración de la municipalidad de San Juan La Laguna.

Cuenta con un muro perimetral, oficina, portón de acceso, caminos perimetrales internos, piletas composteras, área de almacenamiento y áreas de carga y descarga, existe una guía de como debió o debería funcionar de forma interna la planta de tratamiento, la cual se encuentra como parte de la documentación del mismo proyecto, pero este en ningún momento se practica.

Fue inaugurada en el año 2010, con vigencia de 20 años. Sin embargo, en el estado actual que se encuentra la planta, esta ha alcanzado su capacidad de carga. Los caminos perimetrales y áreas de carga y descarga han sido abarcados por la basura acumulada. Debido al exceso de desechos sin control y el peso que ejerce sobre el muro perimetral esta ha fallado estructuralmente, encontrándose en riesgo de colapso.

Localización geográfica del Municipio de San Juan La Laguna.

El municipio de San Juan La Laguna se encuentra a una distancia de 174 kilómetros al Oeste de la Ciudad Capital, por la carretera Interamericana y de la cabecera departamental de Sololá a 52 kilómetros. Se ubica en la parte occidental de la cuenca del Lago de Atitlán. Existen tres vías de acceso a San Juan La Laguna; por el lago de Atitlán, por el embarcadero de Panajachel, la segunda por el Km. 148 de la carretera Interamericana vía Santa Clara La Laguna del mismo Departamento y tercera por San Lucas Tolimán vía Santiago.

Actualmente San Juan La Laguna forma parte de la Reserva de Usos Múltiples Cuenca Lago de Atitlán. La RUMCLA fue inicialmente declarada área protegida en la categoría de Parque Nacional en 1955. Posteriormente se llevó a cabo una recategorización en la que pasó a la categoría de “Área Protegida de Uso Múltiple la Cuenca del Lago de Atitlán”

mediante el decreto 64-97 del Congreso de la República, bajo la administración de CONAP (Dix, Fortín, Medinilla, & Ríos, 2003).

La cuenca de Atitlán es considerada patrimonio nacional y mundial. Es uno de los destinos turísticos más destacados para Guatemala y alberga gran cantidad de cultura y tradición dentro de su población multiétnica y pluricultural. Actualmente, la reserva se encuentra bajo la rectoría de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su entorno (Dix, y otros, 2012).

La cuenca posee una alta riqueza y biodiversidad con respuestas notorias hacia los cambios ambientales (Dix, y otros, 2012). Cuenta con diversidad de ecosistemas y especies por su alta variabilidad altitudinal que va de los 700 a los 4220 msnm y pluvial, que va aproximadamente de menos de 1000 hasta 4500 mm. Además de poseer una valiosa historia geográfica, por lo que ha sido definida como área prioritaria para la conservación de la biodiversidad (Dix, Fortín, Medinilla, & Ríos, 2003).

El municipio de San Juan La Laguna, se ubica en la región fisiográfica de las tierras altas de la cadena volcánica, con montañas, colinas y conos con una unidad bioclimática, bosque húmedo montano bajo subtropical –Bhmbs-. Por lo general, esta unidad se da en lugares que se encuentran entre 1,500 y 2,400 metros sobre el nivel del mar, como es el caso del Municipio, su precipitación pluvial anual oscilan entre los 1,500 y 2,000 milímetros y las temperaturas entre 18 y 24 grados centígrados (Bethancourt Salazar, 2008).

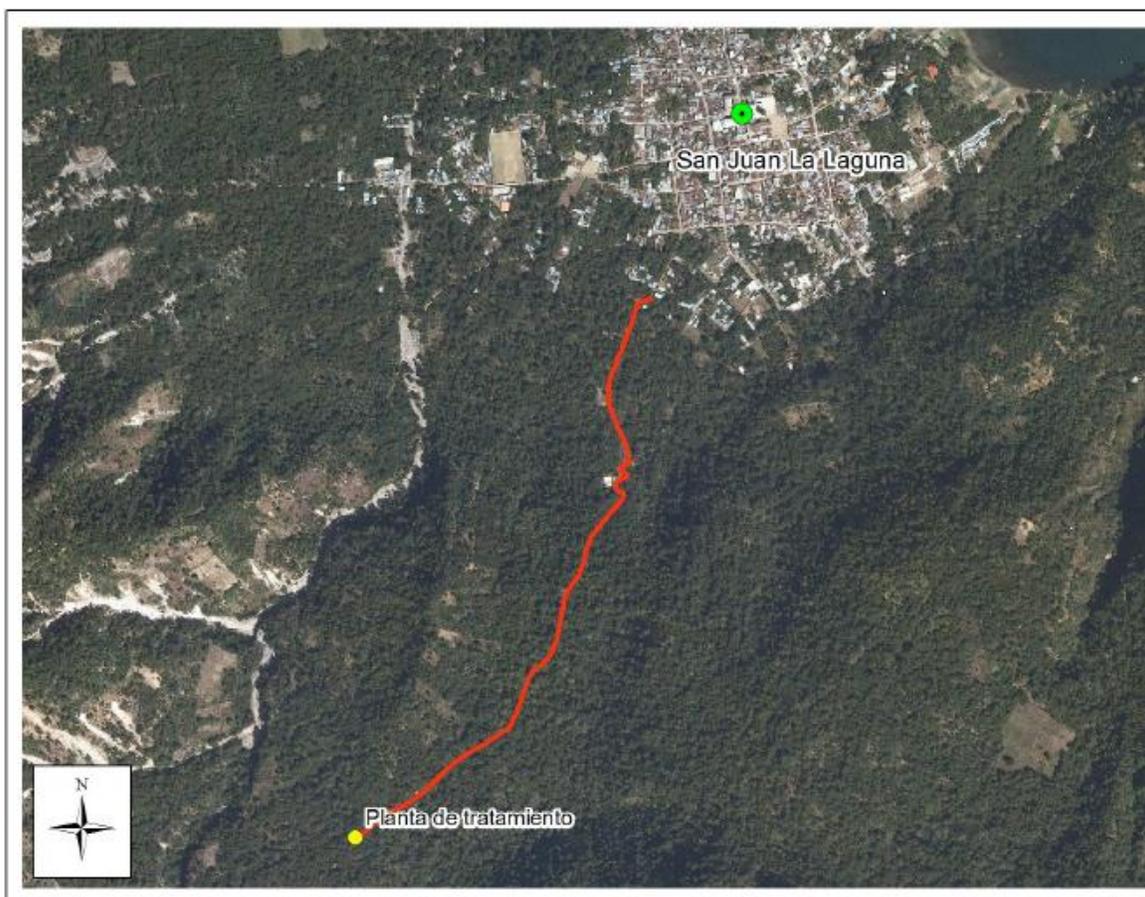
Los bosques de San Juan La Laguna están clasificados según el sistema clasificación de Holdrich como Zona de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (Bhmbs), representados principalmente por Quercussp. Este bosque tiene una extensión territorial de 32.94 km². La otra zona de vida presente en el área, es el Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido, bmh-S(c)). Este zona es la más rica en composición florística y posee un área de 4.24 km² (SEGEPLAN; Consejo Municipal de Desarrollo, 2010).

El municipio de San Juan La Laguna posee una capacidad de uso de tierra para el cultivo de café de 4 km² y actualmente se utilizan 13 km², situación que conlleva consecuencias ambientales. Sin embargo, el uso de tierra para bosques de hoja caduca es de 8 km², siendo su potencial de 12 km².

El lago y su entorno son de formación reciente, del último ciclo volcánico, que data de los últimos 150,000 años. La región se encuentra dominada por la cadena volcánica que incluye los volcanes de San Pedro, Tolimán y Atitlán (Dix, Fortín, Medinilla, & Ríos, 2003). Posiblemente la caldera, que hoy conforma el lago de Atitlán, se formó a finales del Terciario, en el Plioceno y los conos volcánicos de los tres volcanes, en el Cuaternario antiguo del Pleistoceno, en la secuencia de erupciones denominadas erupción de los Chocoyos (MAGA; DIGEGR; IGAC, 2013). Su origen volcánico es el que ha determinado su relieve y hidrología (Dix, Fortín, Medinilla, & Ríos, 2003).

Localización del área de influencia

La planta de tratamiento se encuentra ubicada en las coordenadas 14.68215 y -91.29378 a una altitud de 1746 msnm. Se encuentra a 1.2 Km del casco urbano en línea recta y cuenta con un camino pavimentado en un 50% para su acceso, de 1.34 Km de longitud desde el casco urbano.



Fuente: Ordoñez, E.

Las instalaciones de la planta tienen una extensión de 13,125 m². Poseen un muro perimetral, con una malla sobre el para impedir el acceso. Cuenta además con área de oficinas, área de almacenaje y pilas para compost. No cuenta con servicio eléctrico ni agua potable.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- ❖ Conocer la situación del manejo de desechos sólidos del municipio de San Juan La Laguna.

1.3.2 Objetivos específicos

- ❖ Conocer dimensiones económicas, sociales y políticas institucionales del municipio de San Juan La Laguna.
- ❖ Definir las necesidades de la planta de tratamiento de desechos sólidos.
- ❖ Conocer el manejo de la planta de tratamiento de desechos sólidos.
- ❖ Identificar el factor que llevo a la destrucción de la planta de tratamiento de desechos sólidos.
- ❖ Elaborar mapas del municipio para conocer sus cualidades y limitaciones.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Fase de recopilación de información

- ✓ En primera instancia se hizo exclusivamente la recopilación de información primaria, esto se realiza al sondear a los trabajadores de la planta de tratamiento, limpieza en vías públicas, recolección de basura, así como información financiera de todo este sistema.
- ✓ Seguido del primer inciso, se hizo una búsqueda de información secundaria la cual fue adquirida por medio de revisión de literatura, sistemas de información geográfica.

1.4.2 Fase de reconocimiento del área

- ✓ Se realizó un recorrido en la planta de tratamiento para conocer las instalaciones, manejo de los desechos cuando son descargados, y el proceso de compostaje.

1.4.3 Fase de gabinete

- ✓ Registro de fotografías y situación de la planta de tratamiento, en el recorrido.

1.4.4 Fase de gabinete final

- ✓ Con la obtención de la información primaria, secundaria y el reconocimiento de área, se procede a analizar, con el apoyo de un FODA y la priorización de problemas que más adelante se conocerá en los resultados.

1.5 RESULTADOS

MANEJO INTERNO ANTES DE COLAPSO DE LA PLANTA.

- ✓ El manejo interno de los desechos recolectados se describe a continuación:
- ✓ La basura recolectada es llevada a la planta de tratamiento, donde se recibe alrededor de 500 qq de basura a la semana.

- ✓ La disposición final de los desechos clasificados reciclables y biodegradables son: pet, cartón, vidrio, chatarra y orgánico, el porcentaje de caracterización no existía, hasta ahora que se incluye como parte del plan de manejo de los desechos sólidos.

- ✓ Los desechos orgánicos son tratados en pilas de volteo para la elaboración de compost. Este abono al igual que los residuos clasificados es vendido a través de la municipalidad a personas individuales interesadas.

- ✓ Y los desechos inorgánicos que no se puede aprovechar son acumulados en el vertedero a cielo abierto.

- ✓ El servicio tiene un costo de Q 1.00 por saco de basura, el cual se cancela en el camión contra recibo de pago. La municipalidad cuenta con dos camiones recolectores de basura, uno marca Kia de 2.5 toneladas de capacidad y uno marca Hino de 4 toneladas de capacidad. Estos realizan la recolección de desechos por sectores.

- ✓ Para el servicio de recolección se encuentran contratadas 6 personas (dos pilotos, 2 recolectores, 2 cobradores). El personal no cuenta con vestimenta de seguridad para protegerse del contacto con los residuos, lo que es un riesgo para la salud.

- ✓ En el casco urbano se cuenta con 13 empleados municipales encargados de la limpieza de las calles de los cuales hay 4 mujeres y 9 hombres trabajando en las vías públicas, con el fin de mantener la buena imagen del municipio ante el turista. El servicio consta de barrido y recolección de basura de las calles, la cual es eventualmente llevada a la planta de tratamiento.

- ✓ Se cuenta con 7 trabajadores, donde hay 1 encargado y una cuadrilla de 6 personas para el manejo de los desechos sólidos que ingresan a la planta. Pero después del colapso de la planta el número de trabajadores aumento a 14 incluyendo al encargado del lugar de estudio.

MANEJO INTERNO ACTUAL 2015

- ✓ Actualmente los desechos recolectados por el tren de aseo son llevados a la planta sin ningún tipo de clasificación ni tratamiento, exceptuando 4 cantones que son los días martes donde hay una separación de orgánico de lo inorgánico.
- ✓ El material orgánico es el único que tiene disposición final adecuada ya que se realiza en las pilas de volteo el compost que se está utilizando para comercio y para la alimentación en el proyecto de lombricompost que se encuentra en el vivero municipal.

ANÁLISIS FODA DE LA SITUACIÓN ACTUAL:

FORTALEZAS

- ✓ Las municipalidades tienen autonomía en sus funciones por lo que se pueden desarrollar diversos esfuerzos para mejorar los servicios.
- ✓ Los miembros del Concejo Municipal y el Alcalde son electos democráticamente para que velen por las necesidades ambientales de la comunidad.
- ✓ Infraestructura específica, inscrita legalmente, para el manejo de los desechos sólidos.
- ✓ La planta cuenta con algunas instalaciones mínimas para el tratamiento de los desechos.
- ✓ Venta de material clasificado (plástico, chatarra, cartón y vidrio).
- ✓ Elaboración, uso y venta de compost.
- ✓ Existe personal contratado por la municipalidad para trabajar en la planta de tratamiento.
- ✓ El personal cuenta con algunos conocimientos y capacidades adecuadas para realizar el trabajo.
- ✓ La población colabora entregando la basura a los recolectores municipales autorizados.
- ✓ El servicio de recolección genera una entrada económica mínima.
- ✓ Trenes de aseo asistiendo a la población del municipio.

OPORTUNIDADES

- ✓ La municipalidad está dispuesta a invertir en la planta (infraestructura, mejora de la capacidad técnica, normativa).
- ✓ Interés en gran parte de la población en el ambiente del municipio.
- ✓ Reducir los desechos sólidos a nivel de la fuente y origen.
- ✓ Establecer políticas educacionales a todo nivel.

- ✓ Gestionar fondos de la asignación anual a COMUDES (Consejo Municipal de Desarrollo) e instituciones para mejorar la planta.
- ✓ Incorporar estudiantes de EPS de carreras afines para diagnosticar y sugerir prácticas y técnicas para la planta.
- ✓ Actualizar los costos del servicio.
- ✓ Investigar metodologías y tecnologías para la industrialización de la basura en general.
- ✓ Reducir la contaminación ambiental.
- ✓ El material clasificado puede ser utilizado para bricolage y sistemas constructivos a base de material reciclado.
- ✓ Fomentar la cultura de reciclaje en la población.
- ✓ Manejo adecuado de los desechos sólidos regido por la ley nacional.
- ✓ Aprovechamiento de biogás

DEBILIDADES

- ❖ Falta de mano de obra.
- ❖ Falta de capacitación en cuanto al manejo de la planta.
- ❖ Mal uso de las instalaciones de la planta.
- ❖ Falta de justificación, objetivos y metas establecidos.
- ❖ Falta de una metodología adecuada en cuanto al manejo y disposición de los desechos sólidos.
- ❖ Falta de educación ambiental ciudadana.
- ❖ Ineficientes sistemas de información.
- ❖ Falta de participación ciudadana.
- ❖ Falta de tecnologías adecuadas para la recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos.
- ❖ Falta de un reglamento municipal para el manejo de los desechos sólidos en el municipio de San Juan La Laguna.
- ❖ Falta del servicio de recolección de desechos sólidos en las aldeas del municipio de San Juan La Laguna.

- ❖ El manejo de desechos sólidos nos es valorado como un sector importante.
- ❖ Falta de cultura y educación adecuada.
- ❖ Poco apoyo del gobierno central.
- ❖ Conocimiento de los miembros de los Concejos Municipales sobre la temática de los residuos sólidos, que afecta negativamente en la oportuna toma de decisiones técnicas.
- ❖ Limitaciones para readecuar el manejo de los desechos sólidos.
- ❖ Falta de proyectos para el buen manejo de los desechos solidos
- ❖ Monitoreo constante de la disposición final de los desechos solidos
- ❖ Vertedero a cielo abierto sin control.
- ❖ No cuentan con ropa de trabajo para los recolectores ni para la cuadrilla de la planta.
- ❖ No cuentan con servicios básicos (luz y agua)
- ❖ Falta de capacitación del manejo de los desechos solidos
- ❖ Falta de capacitación para la disposición final adecuada de los desechos sólidos.
- ❖ Falta de control de peso
- ❖ Falta de compactación de desechos
- ❖ Falta de tratamiento de los residuos líquidos del beneficio de café, que va directamente al lago.

AMENAZAS

- ❖ Mal imagen de la planta por parte de la población debido a la generación de fauna nociva, contaminación y malos olores producidos por su mal manejo.
- ❖ Ingreso ilegal de personas no identificadas en horas no hábiles.
- ❖ Riesgo sísmico debido a la ubicación y naturaleza geológica del municipio.
- ❖ Bajo presupuesto asignado.
- ❖ Baja generación de ingresos.
- ❖ El manejo inadecuado de los desechos sólidos representa un riesgo importante contra la salud pública, promueve la aparición de enfermedades infectocontagiosas, dengue, entre otros.
- ❖ Contaminación de los recursos naturales: agua, suelo, aire.

- ❖ Atenta contra la calidad de vida de los habitantes, contrastando con factores legales como el derecho a tener un ambiente sano en armonía con la naturaleza.
- ❖ Desmejora el paisaje disminuyendo el turismo nacional internacional, creando un fuerte impacto en la economía nacional.
- ❖ Generación de residuos hospitalarios infecciosos.
- ❖ acumulación excesiva de los desechos sólidos.
- ❖ Gases expulsados a la atmosfera por incendios ocasionados dentro de la planta por personas ajenas.
- ❖ Perder completamente las instalaciones de la planta de tratamiento.
- ❖ Contaminación atmosférica.
- ❖ Falta de tratamiento de los lixiviados

ANALISIS DEL FODA

El análisis FODA que se formuló en el presente diagnóstico da a conocer en las debilidades y amenazas los problemas de mayor relevancia en el área de estudio, la falta de educación ambiental y concientización para los pobladores es un factor negativo ya que al tener el conocimiento del daño que se causa con el manejo inadecuado de los desechos sólidos, ellos harían el esfuerzo de realizar la separación desde su casa y aprovechar los residuos orgánicos para enriquecer de nutrientes al suelo que tienen en sus hogares o en sus cultivos.

Otro factor que tiene un impacto negativo para el colapso de la planta de tratamiento es la falta de un plan de manejo de los desechos sólidos acorde al tipo de generación de la población del municipio de San Juan La Laguna, por lo tanto los trabajadores del área no tienen la capacitación necesaria para realizar su labor como lo requiere la planta de tratamiento para la clasificación y disposición final de los desechos sólidos que llegan al área, tampoco cuentan con el equipo adecuado para el trabajo que deben realizar en dicho lugar.

El tratamiento de lixiviados es algo que no se está manejado y es un problema grave por el daño al subsuelo y hacia el recurso hídrico, esto es más en época lluviosa por la escorrentía que se forma.

El biogás puede ser un aprovechamiento que puede beneficiar ya que es energía verde pero no tienen una gestión para este tema, y por lo cual se inician incendios en el área por el metano y otras sustancias que se genera y no cuenta con un manejo, y al final llegan a la atmósfera como gases de efecto invernadero.

El no contar con un peso exacto de los desechos y su respectiva clasificación de generación que ingresan a la planta es una desventaja para futuros estudios. Por la falta de servicios básicos como la luz, se limita para nuevas tecnologías actualizadas para la planta.

El no incluir a las aldeas para la recolección de desechos sólidos en el municipio de San Juan La Laguna indica una exclusión y falta de interés de las autoridades del lugar para que todos tengan el servicio de tren de aseo, para que no solo el casco urbano tenga el “privilegio” de la recolección de sus desechos, por lo tanto hay que implementar nuevas rutas, aumentar el personal de trabajo, adquirir nuevos trenes de aseo y alternativas de concientización con las personas de las aldeas para que realicen la clasificación desde sus hogares.

Matriz de priorización de problemas

No.	Problemas priorizados	Propuestas de solución	Viabilidad, recursos, compromiso comunitario
1.	El municipio posee una gran cantidad de familias que viven en pobreza y pobreza extrema, especialmente en las aldeas.	Fuentes de empleo y capacitaciones técnicas.	Por el nivel de educación en la población se dificulta obtener un empleo digno.
2.	Falta de instalaciones adecuadas para el desarrollo de servicios (salud, educación, recreación y espacios públicos).	Construcción de equipamiento urbano, y mejoras a la infraestructura existente.	Se requiere de grandes inversiones y el presupuesto del municipio sufrió un recorte de Q500,000.00 anuales.
3.	Carencia de tecnologías adecuadas para producción, que permitan optimizar procesos.	Investigación, Capacitación y actualización de nuevas técnicas de producción.	El proyecto es factible económicamente y es de interés de la mayor parte de la población.

4.	Manejo inadecuado de desechos sólidos y líquidos, lo cual convierte a San Juan La Laguna en un foco potencial de contaminación.	Replanteo del plan de manejo de desechos sólidos y líquidos municipal.	Existe el recurso económico, pero no la mano de obra para trabajar en la planta de tratamiento de residuos sólidos.
5.	Área natural degradadas (tala, agricultura, especies invasoras).	Revegetación en áreas degradadas.	Existe financiamiento para este tipo de proyectos y la municipalidad está interesada en la re vegetación de varios de los cerros pertenecientes al municipio, pero no cuentan con la técnica adecuada.
6.	Asentamientos humanos en zonas de riesgo medio y alto, lo que aumenta la vulnerabilidad del municipio.	Reubicar a las personas asentadas en zonas de riesgo medio y alto.	No requiere de un presupuesto alto, la CONRED y la municipalidad apoya a la población asentada en estas áreas y presenta un alto grado de interés comunitario.

7.	Muchas familias carecen de una vivienda digna.	Reforzar los proyectos de vivienda social, que desarrolla la municipalidad.	Existe financiamiento externo pero por factores culturales las personas se niegan a abandonar su vivienda.
8.	En el municipio aún se emplean sistemas constructivos vernáculos, los cuales en algunos casos resultan ineficientes.	Capacitar al sector que se dedica a la construcción en mejoras a sistemas constructivos vernáculos, de bajo costo y sismo resistentes.	La población se niega a mejorar o sustituir los sistemas constructivos tradiciones por sistemas constructivos más eficientes y resistentes.
9.	No existe un plan de respuesta ante desastres Naturales.	Fortalecimiento del plan de respuesta ante desastres naturales, y el plan post desastres naturales.	La población muestra un alto grado de interés en estos temas y es apoyada por la CONRED aunque el apoyo recibido no es suficiente.
10.	San Juan La Laguna posee un alto potencial turístico, sin	Explotar el potencial turístico de San Juan La Laguna, Sololá, con la	El municipio de San Juan La Laguna, es uno de los municipios con más

	embargo aún no se cuenta con la infraestructura y las capacidades necesarias para su desarrollo.	implementación de turismo autosustentable.	alto grado de organización comunitaria, lo que facilita la elaboración de planes de desarrollo turístico.
11.	Inexistencia de un programa de educación y concientización ambiental.	Implementar talleres de capacitación y concientización ambiental.	La mayor parte de la población desconoce sobre temas medioambientales y de conservación, por lo que la municipalidad se ha involucrado en temas de restauración.
12.	Pérdida de biodiversidad, debido a pérdida de hábitat, agricultura, invasión de especies exóticas, falta de manejo de los ecosistemas, etc.	Implementar programas de conservación de la biodiversidad. Implementar programas de investigación de flora y fauna local.	La mayor parte de la población desconoce sobre planificación en áreas protegidas y técnicas de restauración ecológica, por lo que se han plantado especies exóticas.

13.	Uso inadecuado del suelo según su capacidad.	Identificar la capacidad de uso de suelo e implementar programas de manejo adecuado del suelo.	En el municipio no existe ningún plan para controlar el uso del suelo, ya que la mayoría de los terrenos son privados y son utilizados para el cultivo.
14	En la planta no cuenta con tratamiento para lixiviados.	Incluir un tratamiento en el plan de manejo de desechos sólidos.	La capacitación del recurso humano es de importancia para el tratamiento adecuado.
15	Falta de colaboración de la población para la clasificación de desechos desde la vivienda.	Realizar talleres de educación ambiental enfocada a los desechos sólidos, y que se tenga un reglamento de clasificación desde la vivienda.	Con el apoyo de la municipalidad de San Juan La Laguna se podrán impartir dichos talleres a escuelas y a la población del casco urbano.
16	Mal uso de las instalaciones de la planta.	Establecer un plan de manejo de desechos sólidos	Esto requiere de iniciativa y compromiso de los trabajadores de la planta.

17	Falta de tecnologías adecuadas para la recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos.	La obtención de más trenes de aseo para la recolección de los desechos en las aldeas pertenecientes al municipio, y tener la disposición final adecuada.	La municipalidad deberá ser la encargada de gestionar la adquisición de los nuevos trenes e implementación de las rutas.
18	Cafetales usado como basureros	Llegar a un acuerdo con los dueños de los cafetales para proteger su área de cultivo y evitar que ellos también desechen la basura en sus terrenos evitando el pago de recolección.	Concientizando a los pobladores y junto con la municipalidad se puede evitar que se siga degradando el suelo de los cafetales.
19	Monitoreo constante de la disposición final de los desechos sólidos.	Los horarios de monitoreo se deben de establecer para tener un mejor control de la disposición final.	El jefe de la planta es el encargado de velar que se cumplan los monitoreo.
20	Falta de control de peso y estadísticas de desechos generados por la población.	Con matrices y registros de la cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos, se obtendrán datos de	En el plan de manejo de desechos sólidos deberá incluirse las matrices correspondientes y

		la generación de la población para futuros proyectos.	los recolectores como los que reciben en planta deberán tener control.
21	Contaminación atmosférica.	Buscar alternativas verdes como el aprovechamiento de los gases que se generan, como un biodigestor para generar energía.	La municipalidad deberá tomar la decisión de gestionar un biodigestor para generación de luz utilizando los gases que libera los desechos.
22	Incendios en la planta.	Tener la herramienta necesaria para poder controlar y/o evitar los incendios dentro de la planta.	Los trabajadores deberán implementar correctamente las herramientas, disminuyendo la contaminación por gases que provocan los incendios de desechos sólidos sin disposición adecuada.

Después de realizar el análisis FODA, se consideró crear la matriz de priorización de problemas, en la cual se toman en cuenta los más urgentes de solucionar. Y uno de los inconvenientes afectando al suelo es la conservación de desechos inorgánicos en el suelo de cultivos de café, que están degradando las propiedades de la vocación del suelo, así como perdiendo los nutrientes para un efectivo producto final.

1.6 CONCLUSIONES

1. Como parte del diagnóstico de la planta de tratamiento de desechos sólidos se realizó una caracterización del municipio de San Juan La Laguna, que describe los aspectos económicos y biofísicos más relevantes.
2. Junto a la caracterización se incluyó dimensiones económicas, sociales, políticas institucionales, marco legal para conocer el municipio y sus respectivas necesidades así como su potencial.
3. Cubrir las necesidades que tiene la planta de tratamiento es de carácter urgente, por lo tanto conocer las características de los desechos con mayor generación del casco urbano es fundamental, por lo que hay que establecer un plan de manejo de desechos sólidos, y exigir a la población el pago de recolección. Así como incluir a las aldeas para el manejo y disposición de los desechos.
4. Al conocer el manejo actual de la planta tenemos el conocimiento de que no se puede hacer mucho porque no hay un orden, todos los desechos exceptuando los orgánicos están en un solo lugar. Y si hay separación de PET y cartón pero no es hace gran diferencia para la necesidad que se tiene.
5. Un factor de mayor relevancia para la destrucción de la planta de tratamiento es que esta fue diseñada solo para manejar desechos orgánicos, e inorgánicos pero solo reciclables, no existe un área específica para manejar los desechos inorgánicos no reciclables. Y esos son los acumulados que llegaron a transformar la planta a un vertedero a cielo abierto.

6. La elaboración de mapas del municipio es con el fin de conocer sus cualidades y limitaciones, los mapas de suelo son importantes para conocer la vocación que tiene el municipio y ver los usos y la intensidad de los mismos, y cuanto puede afectar no tener un manejo de desechos sólidos a los cultivos de café, que terminan como basureros para las personas que no realizan el pago correspondiente.

7. Según el mapa de intensidad hay una sobreutilización de la tierra, los pobladores están degradando el suelo, al absorber sus nutrientes y realizar cultivos de vocación errada.

1.7 RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están dirigidas para la Dirección Municipal de Planificación, Unidad de Gestión Ambiental Municipal y concejo municipal.

1. Elaboración de un plan municipal de gestión de residuos sólidos.
2. Elaboración de un reglamento municipal de manejo de residuos sólidos.
3. Involucrar a la población del municipio en la clasificación desde la fuente de sus hogares los desechos sólidos que generen.
4. Formar un comité encargado de la concienciación y capacitación de la población en cuanto al tema de los residuos sólidos.
5. Iniciar un programa de talleres participativos de educación ambiental con énfasis en la gestión integral de los residuos sólidos debidamente diseñado e impartido.
6. Ofrecer el servicio de recolección de residuos sólidos en las aldeas del municipio.
7. Aumentar el precio de recolección de basura, el cuál actualmente es de Q1.00 por costal, para subsidiar costos de la planta.
8. Pedir realizar auditorías ambientales para mejorar el manejo de la planta de tratamiento.

9. El personal que labora dentro de la planta debe contar con implementos mínimos que garanticen su seguridad personal.

10. Construir un relleno sanitario manual para la disposición final de los residuos sólidos.

11. El departamento de ambiente de la municipalidad debe ser el encargado de velar por que el manejo de la planta siga los lineamientos establecidos.

12. Construcción de una fosa séptica para resguardar y compactar los desechos que ya están afectando al vertedero a cielo abierto.

13. Realizar monitoreo cada mes del manejo y disposición final de los desechos sólidos.

14. Realizar la compra de nuevos trenes de aseo para abarcar las rutas de las aldeas y contratar nuevo personal.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Bethancourt Salazar, M. R. (Julio de 2008). *Costos y rentabilidad de unidades pecuarias (producción de huevos de gallina)*. (Tesis Cont. Pub. y Audit.). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 162 p. Obtenido de Biblioteca Central USAC: http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0677_v14.pdf

2. Centro Guaman Poma de Ayala. (Mayo de 2010). *Guía de manejo de relleno sanitario manual*. Obtenido de Centro Guaman Poma de Ayala: <http://www.guamanpoma.org/blog/wp-content/uploads/2012/06/Guia-de-Manejo-de-Relleno-Sanitario-Manual-2010.pdf>

3. Dix, M., Dix, M., Orozco, M., Cabrera, D., Bocel, E., Toledo, A., y otros. (2012). *El Lago Atitlán, Guatemala; su estado ecológico octubre 2009-diciembre 2011*. Obtenido de Revista UVG, no. 24: http://www.uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-24/3.LAGO_ATITLAN_PAG_35.pdf

4. Dix, M., Fortín, I., Medinilla, O., & Ríos, L. (. (Junio de 2003). *Diagnóstico ecologico-social en la cuenca de Atitlán*. Obtenido de Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Aititlan / The Nature Conservancy: <http://bvc.ceaatitlan.org.gt/34/1/Diagnostico%20ecologico%20social%20Atitlan.pdf>

5. Espinoza Ovaras, A., & Álvarez Solorzano, D. (Noviembre de 2008). *Plan municipal de gestión de residuos sólidos del Cantón de Corredores*. Obtenido de Ley 8839 para la gestión de residuos sólidos, Costa Rica: <http://ley8839.go.cr/blog/documentos/publicaciones/pmgirs-corredores-211108.pdf>

6. FEDOMA & INA. (2012). *Plan de manejo de desechos sólidos en la gestión ambiental municipal. Federación Occidental de Municipalidades de Alajuela*. Obtenido de Federación Occidental de Municipalidades de Alajuela / Instituto Nacional de Aprendizaje: <http://grecia.go.cr/images/images1/desechos%20solidos.pdf>

7. Garcia, L., & Arbuto, A. (Julio de 2001). *Recolección y tratamiento de desechos sólidos : manuales elementales de servicios municipales*. Obtenido de Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal: <http://www.inifom.gob.ni/areas/Documentos/Instrumentos%20SSMM/manual%20de%20desechos%20s%C3%B3lidos.pdf>
8. Hernández Díaz, J. R. (2004). *Manejo de desechos sólidos en el municipio de Jocotán. Tesis Ing. Civil*. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería.
9. HONDUPALMA; SNV. (2011). *Manejo de residuos sólidos; una guía para socios y personal de HONDUPALMA*. Obtenido de SNV World: www.snvworld.org/download/publications/guia_manejo_de_residuos.pdf
10. IIA. (Agosto de 2003). *Generación y manejo de desechos sólidos en Guatemala*. Obtenido de Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Instituto de Incidencia Ambiental: www.infoiarna.org.gt/index.php/component/docman/doc_download/434-generacion-y-manejo-de-desechos-solidos
11. MAGA; DIGEGR & IGAC. (Febrero de 2013). *Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Sololá, Guatemala*. Obtenido de Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Atitlán: http://bvc.cea-atitlan.org.gt/139/2/MAGA%20-%2002_Estudio%20Semidetallado%20de%20Suelos%20Solol%C3%A1%20Vol.II.pdf
12. MMAyA. (Diciembre de 2010). *Guía para la implementación, operación y cierre de rellenos sanitarios [Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia]*. Obtenido de Asociación Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado: <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf>
13. OMP San Juan la Laguna. (2004). *Diagnóstico del municipio de San Juan La Laguna*. Sololá, Guatemala: Municipalidad de San Juan la Laguna, Oficina Municipal de Planificación.

14. Paniagua, N., Giraldo, E., & Castro, L. (Julio de 2011). *Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos*. Obtenido de Alcaldía de Envigado, Colombia: http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf

15. SEGEPLAN & Consejo Municipal de Desarrollo. (Abril de 2010). *Plan de desarrollo municipal con enfoque territorial Santa Clara la Laguna, Sololá 2011-2025*. Obtenido de Guatemala, Secretaría General de Planificación: http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option%3Dcom_k2%26view%3Ditem%26task%3Ddownload%26id%3D301

16. SOCODEVI & CECI. (2006). *Informe final de consultoría de desarrollo del turismo en Sololá [Sociedad de Cooperación para el Desarrollo Internacional y Centro de Estudios y de Cooperación Internacional]*. Guatemala: CASABAL.

17. Tobías, H., & Salguero, M. (Julio de 2008). *Clasificación de tierras por capacidad de uso: metodología del USDA. Guatemala, USAC*. Obtenido de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/52446183/Capuso-USDA-Completo#scribd>

18. Urbina Castro, M. R., Toledo Guardado, J. A., Bethancourt Salazar, M. R., Guzmán De León, F. E., Roca Pérez, E. m., & Santacruz López, G. D. (2008). *Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión; municipio de San Juan la Laguna, departamento de Sololá. Tesis Lic. Contador Público y Auditor*. Guatemala: USAC, Facultad de Ciencias Económicas.

1.9 ANEXO



Figura 1 Ingreso Planta de Tratamiento



Figura 2 Garita



Figura 3 Área de descarga de los desechos sólidos



Figura 4 Pilas de compostaje



Figura 4 Abono tamizado para venta.



Figura 6 Abono orgánico en costales para



Figura 5 Disposición final de PET



Figura 8 Cuarto de separación de plástico



Figura 6 Cuarto de separación de llantas



Figura 7 Cuarto de separación de aluminio



Figura 8 Cuarto de separación
recipientes contaminantes



Figura 9 Cuarto de separación vidrio



Figura 10 Área de acumulación de los desechos sólidos



Figura 11 Cuarto de separación para el cartón

CAPÍTULO II

ESTUDIO DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN LA LAGUNA EN EL AÑO 2015, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

DESCRIPTIVE STUDY SYSTEM DOMESTIC SOLID WASTE MANAGEMENT URBAN HULL MUNICIPALITY OF SAN JUAN LA LAGUNA IN THE YEAR 2015, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado se realizó el estudio descriptivo del sistema de manejo de los desechos sólidos del casco urbano del municipio de San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala, C.A.

Existen problemas ambientales y uno de los que se encuentran fuera del alcance de las municipalidades es el mal manejo de los residuos sólidos que generan los pobladores. El municipio de San Juan La Laguna se encuentra alrededor del lago de Atitlán, por lo tanto el daño que causa los residuos sólidos sin manejo y que en época lluviosa puede llegar al lago por medio de la escorrentía puede ser irreversible.

Como parte del diagnóstico se realizó un acompañamiento con el personal de los trenes de aseo para conocer las rutas y el cumplimiento de dicho servicio, debido a que este proceso de recolección es fundamental en el sistema, hay que mencionar una parte de entrevistas realizadas a comercios y viviendas del casco urbano, esto para conocer la opinión de los pobladores con respecto al tema de los desechos sólidos y su relación con los mismos. Los resultados reflejan algunos factores limitantes que deterioran los procesos que ejecuta un sistema de manejo de los desechos sólidos.

Para la determinación física de los desechos sólidos que ingresan a la planta de tratamiento que San Juan La Laguna, se implementó el método de cuarteo, el cual es muy utilizado en México por la Secretaría de Desarrollo Social de México. Dentro de este método está la selección de material, peso y volumen, para caracterizar el tipo y cantidad de los desechos.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco Conceptual

2.2.1.1 Diagnóstico

Scarón (1985) de Quintero afirma que “el diagnóstico es un juicio comparativo de una situación dada con otra situación dada” ya que lo que se busca es llegar a la definición de una situación actual que se quiere transformar. La que se compara, valorativamente. Con otra situación que sirve de norma o pauta (Scarón, 1985: p. 26). Pero Rodríguez (2007) dice que el diagnóstico es un estudio previo a toda planificación o proyecto y que consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, de tal manera de poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles, así mismo nos permite conocer mejor la realidad, la existencia de debilidades y fortalezas, entender las relaciones entre los distintos actores sociales que se desenvuelven en un determinado medio y prever posibles reacciones dentro del sistema frente a acciones de intervención o bien cambios suscitados en algún aspecto de la estructura de la población bajo estudio. Con un diagnóstico se busca analizar la situación en el momento en que se estará realizando este, tiene varias funcionalidades previas a varias acciones, dependiendo la línea base.

2.2.1.2 Sistema de manejo de residuos sólidos

Un sistema de manejo de residuos sólidos, tiene a cargo el manejo eficiente y sostenible, cumpliendo con todos los componentes que lo integran, el establecimiento o proceso de mejora debe cumplir con cada etapa y tratar los residuos sólidos siendo amigable con el ambiente y con los trabajadores en el sistema, la salud de las personas que se le brinda el servicio es tan importante como quien trabaja en el sistema de manejo de residuos sólidos.

Los componentes de este sistema son:

- ❖ Emisores
 - Agricultores
 - Comercios
 - Viviendas

- ❖ Autoridades
 - Alcalde
 - Juez Municipal (si existe en el municipio)
 - Unidad de Gestión Ambiental

- ❖ Normas
 - Según la creación del municipio

- ❖ Almacenamiento domiciliar

- ❖ Transporte adecuado

- ❖ Recolección selectiva
 - Cuadrilla capacitada
 - pago de servicio
- ❖ Lugar de disposición final
 - cuadrilla capacitada
 - Lugar adecuado para Residuos Sólidos
- ❖ Disposición Final
 - Relleno Sanitario
 - Planta de tratamiento
- ❖ Tratamiento
 - Aprovechamiento (Materia orgánica, Material Reciclable)
 - Desechos inorgánicos

- ❖ Contaminación

En la actualidad existen sistemas de tratamiento para los desechos sólidos; en las cuales se encuentran la Planta del Instituto de Recreación de los Trabajadores (IRTRA) en Retalhuleu y el Relleno Sanitario del kilómetro 22.5 en Villa Nueva. Los sistemas ubicados en Almolonga (Quetzaltenango) y San Antonio Aguas Calientes (Sacatepéquez) funcionan parcialmente, mientras que las ubicadas en Flores y San Marcos no se utilizan. Adicionalmente existen otros proyectos de manejo de desechos sólidos (rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de desechos) con distintos grados de avance (Naciones Unidas, 2008).

Los datos más recientes evidencian, no obstante, importantes mejoras en lo concerniente a la cobertura de recolección de residuos y desechos, particularmente en el área urbana. La recolección de los residuos y desechos sólidos se ve dificultada en el área rural por la alta dispersión de los poblados y comunidades y los hábitos culturales de quemar y enterrar los mismos. Sin embargo, esta es únicamente una de las etapas del manejo integrado de los residuos y desechos sólidos. No existe ninguna experiencia, a nivel municipal, de una clasificación eficiente y sistematizada de los desechos, mientras los porcentajes de reciclaje y reutilización de residuos a nivel nacional son muy bajos aún (Comisión de Desarrollo Sostenible, 2009).

2.2.1.3 Generación

Ticona (2012) indica que las actividades diarias generan una diversidad de residuos sólidos. En el caso de los residuos domésticos, esta diversidad comprende material desechado, envases o embalajes y restos orgánicos de alimentos. La generación de residuos sólidos, es todo artículo que se adquiere por una necesidad de consumo, aunque en la actualidad, el participar en el excesivo consumismo nos hace caer en la mala generación de residuos sólidos, innecesarios para nuestro ambiente, logrando un desequilibrio a los lugares que no cuentan con un sistema de manejo de residuos sólidos o el mismo es incompleto haciéndolo poco aceptable para el medio ambiente. Según el IMAG (2001) la generación es la primera etapa de su ciclo de vida, al resultar éstos a partir de alguna actividad determinada, como un elemento o material sobrante.

2.2.1.4 Almacenamiento

Todo residuo sólido que ha finalizado su vida útil para el consumidor, tiene que tener un lugar de almacenamiento correspondiente al tipo de residuo que elimina, para la (Secretaría de Desarrollo Social de México, 2010) el almacenamiento pasa a formar parte de un proceso de operaciones secuenciales que conforman un sistema de manejo. Dentro de este sistema el almacenamiento es el inicio del proceso del sistema de manejo de los residuos sólidos, y para que esto suceda tiene que iniciarse con un almacenamiento domiciliario selectivo, donde las personas desde su vivienda realicen una separación importante de los residuos orgánicos de los inorgánicos, material reciclable, mejorando el manejo de estos residuos al momento de su recolección, y aun mejor para su disposición final, que son componentes dentro de un sistema de manejo de residuos sólidos. A continuación se describen algunos tipos de almacenamiento que existen y que clase de residuos son parte de estos.

2.2.1.4.1 Tipos de almacenamiento:

En la figura 1 se muestra dos tipos de almacenamiento.

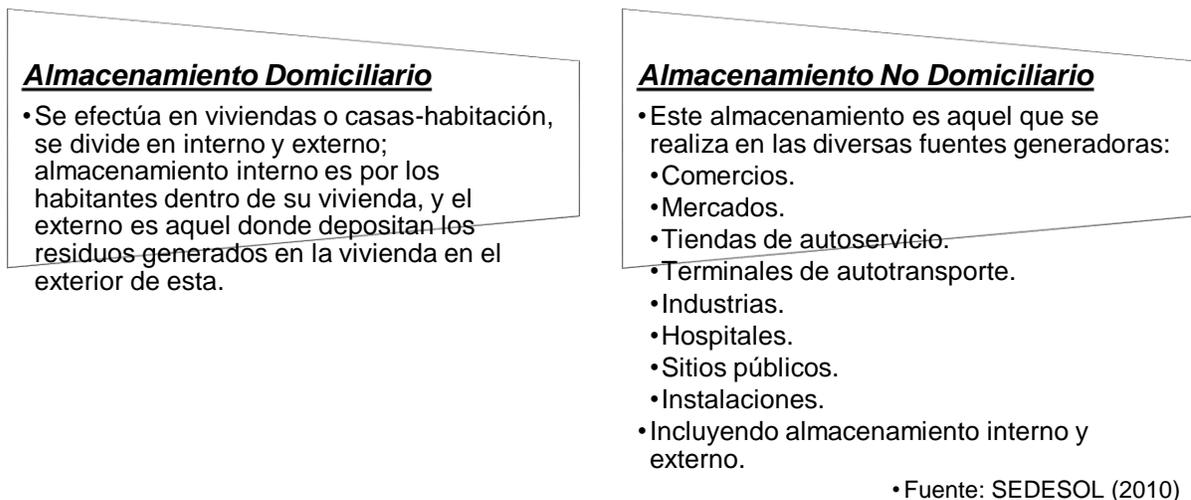


Figura 1 Tipos de almacenamiento

La figura 1 nos indica los dos tipos de almacenamiento que existen en el casco urbano de San Juan La Laguna, almacenamiento domiciliario y no domiciliario, en el último

mencionado está el comercio y mercado que son los dos generadores de desechos sólidos con mayor incremento seguido del almacenamiento domiciliar.

2.2.1.5 Recolección

La SEDESOL (2010) indica que la etapa de recolección es la parte medular de un sistema de aseo urbano y tiene como objetivo principal preservar la salud pública mediante la recolección de los desechos en los centros de generación y transportarlos al sitio de tratamiento o disposición final en forma eficiente y al menor costo, ya que esta etapa es la que emplea un número considerable de recursos económicos. Con una recolección adecuada se entiende que su disposición final será más fácil para el manejo.

Generalmente, el término recolección se refiere a una actividad que se desarrolla internamente en el recinto en que se generan los residuos. Existen condiciones mínimas que es necesario adoptar para realizar una recolección adecuada de residuos, de forma tal de evitar molestias y deterioro ambiental tanto en las zonas de generación, como en el recorrido de estos materiales al interior del recinto, hasta su zona de acopio. Estas condiciones se refieren principalmente a la utilización de receptáculos para el transporte IMAG (2001).

2.2.1.6 Sistema de recolección y transporte

Es frecuente pensar que en todos los municipios se realiza la recolección de la misma forma. Sin embargo, cada localidad implementa su propio sistema, estableciendo la frecuencia, tipología de residuos que recolectan, horarios, cantidad de personal afectado, etc. Para implementar un Programa se debe conocer, además de los datos anteriormente mencionados, el estado, cantidad y disponibilidad de los vehículos que el municipio destina al servicio, ya que en general, son insuficientes y no están en buenas condiciones (UNICEF, 2013). Un sistema de recolección tiene como objetivo ser eficiente, económico y libre de vectores contaminantes, amigable con el ambiente y la salud de los trabajadores en esta

etapa, las rutas y camiones deben ser adecuados para tener un manejo eficiente hasta llegar a su disposición final o tratamiento final.

En algunas ocasiones el sistema de recolección debe ser reconstruido estratégicamente sin afectar a las personas que le brindan este servicio, es más importante de lo que se demuestra.

Para algunos autores la recolección y el transporte es lo mismo, pero en el sistema de recolección es más complejo, muestra toda la logística intensa, por los recorridos, horarios, los vehículos a utilizar, y dependerá también de la cultura del lugar donde se implementara el sistema de manejo de residuos sólidos, el transporte solo se define como el tipo de vehículo que transportara los residuos sólidos a su lugar de acopio o lugar de disposición. López (2010) “El transporte de los residuos sólidos será responsabilidad del ente prestatario del servicio, debiendo utilizar la vías, recorridos o rutas, horarios, y frecuencia, debidamente autorizados por la Municipalidad”.

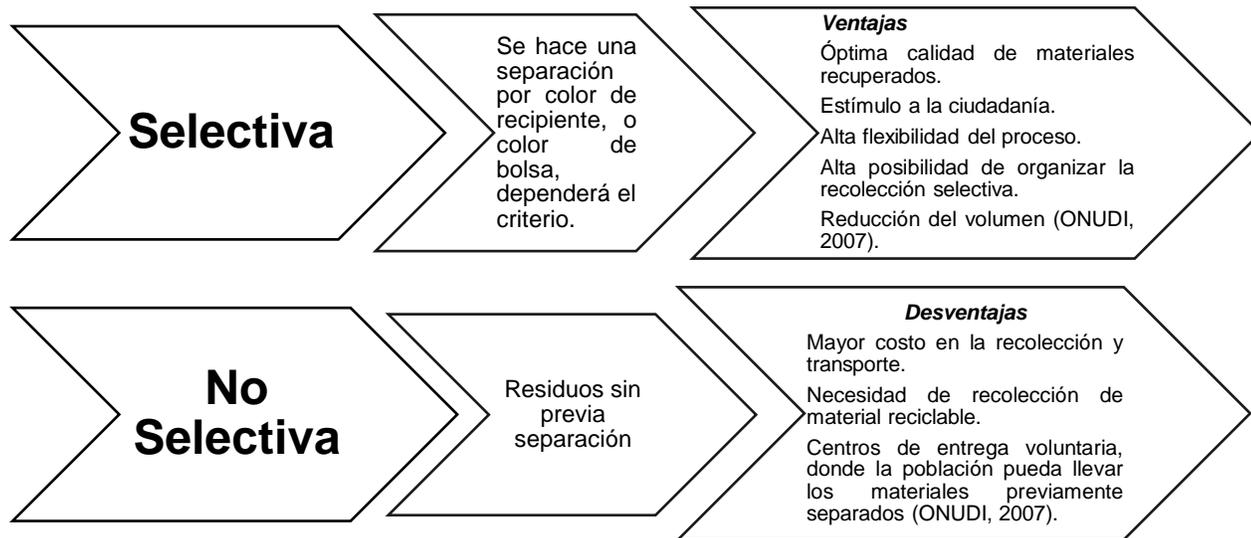
El servicio de transporte debe ser eficaz, realizando los recorridos completos y en los horarios establecidos, para López el responsable de este servicio es el ente prestatario y lo importante es la autorización por parte de la municipalidad. Todo lo contrario al IMAG (2001) quienes muestran una definición distinta y cumpliendo con condiciones mínimas, el transporte de residuos, desde el recinto de generación, debe ser realizado cumpliendo con las siguientes condiciones:

Los vehículos de transporte de residuos domiciliarios deben ser diseñados y dimensionados para el volumen, peso y tipo de materiales a transportar. Si se trata de residuos orgánicos, estos deben ser herméticos al escurrimiento de líquidos y cerrados, de forma de evitar la emanación de olores durante su recorrido.

Dependiendo del volumen de cada contenedor o receptáculo vaciado al camión, se deberá contar con sistemas de elevación o de carga automática, para evitar esfuerzos físicos al personal recolector. Para el instituto es importante la calidad del vehículo en que se recolectara los residuos sólidos, así como el bienestar de los recolectores quienes cargan la basura a su respectivo vehículo.

2.2.1.7 Tipos de recolección

En la figura 2 se encuentran dos tipos de recolección con su ventaja y desventaja.



Fuente: (ONUDI, 2007)

Figura 2 Tipos de recolección

Las fases de recolección y transporte suelen ser las más costosas y requieren una cuidada planificación. Los residuos pueden ser transportados directamente a los puntos de tratamiento o a plantas de transferencia donde se compactan y se cargan en camiones más grandes ya adecuados para el transporte hasta su destino definitivo André & Cerdá (2010).

2.2.1.8 Aprovechamiento

Según Ticoná (2012) el aprovechamiento tiene como objetivo la recuperación de materiales, preferiblemente en el sitio de origen, a fin de disminuir el volumen de residuos por manejar y lograr su aprovechamiento económico. Aquí se incluye la separación de materiales que pueden ser utilizados directamente sin cambiar su forma o función básica (reúso) o para ser incorporados a procesos industriales como materia prima y ser transformados en nuevos

productos de composición semejante (reciclaje). Aun cuando son muchas las ventajas que se atribuyen al aprovechamiento, tales como generación de empleo organizado, reducción del volumen de residuos, disminución de las necesidades del equipo recolector, incremento de la vida útil de los rellenos sanitarios, entre otros, se debe garantizar la existencia de un mercado consumidor para los materiales recuperados. Buscando una forma de reutilizar los residuos que aún pueden tener alguna función aparte del fin por el cual fue obtenido.

Hablando de un aprovechamiento de los residuos sólidos los objetivos de Ticona (2012) son acertados, hay que incluir buenas prácticas de manejo de para lograr cumplir estos indicadores así mejorar el sistema de manejo de los residuos sólidos, buscando una recuperación con alto porcentaje en la etapa de almacenamiento. Con respecto al reciclaje Ponte de Chacín (2008) dice que es un método de manejo de residuos sólidos que disminuye su cantidad ya que de otra manera serían quemados o abandonados en un vertedero de basura o relleno sanitario. Por medio del reciclaje los individuos y la sociedad pueden extender el valor y utilidad de los recursos y promover la calidad ambiental”

El almacenamiento y el reciclaje son una misma línea solo que para algunos autores son considerados distintos, a pesar que los objetivos son los mismos, al momento de reciclar habrá un ingreso económico de gran consideración si se logra incrementar la cantidad de artículos reciclables, hay que considerar que los residuos son inorgánicos, como el vidrio, plástico, cartón, papel, aluminio, los cuales son los más comunes de vender en esta área.

2.2.1.9 Tratamiento

Según Ticona (2012) el procesamiento de los residuos mediante métodos físicos, químicos o biológicos se realiza con el fin de reducir su volumen o características de peligrosidad. Los métodos con mayor perspectiva de aplicación en la región son el compostaje, la lombricultura y la incineración. La decisión sobre la implantación de alguno de estos sistemas debe ser resultado de un análisis profundo y sistemático que tome en cuenta las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de la localidad.

Es importante destacar que estas opciones no son soluciones finales ni definitivas. En todos estos procesos se generan residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario.

El tratamiento incluye las operaciones encaminadas a la eliminación o al aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos. Los sistemas legales actualmente más utilizados son: el vertido controlado, la incineración, el reciclado y el compostaje. Con el incremento de la generación de residuos, esta práctica se revela como insostenible y, necesariamente, la situación está cambiando André & Cerdá (2010). Los procesos de tratamiento se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que se van a disponer, y para la recuperación de subproductos. La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos puede ser transformada mediante procesos químicos y biológicos Jaramillo (1999).

2. 2.1.10 Disposición final

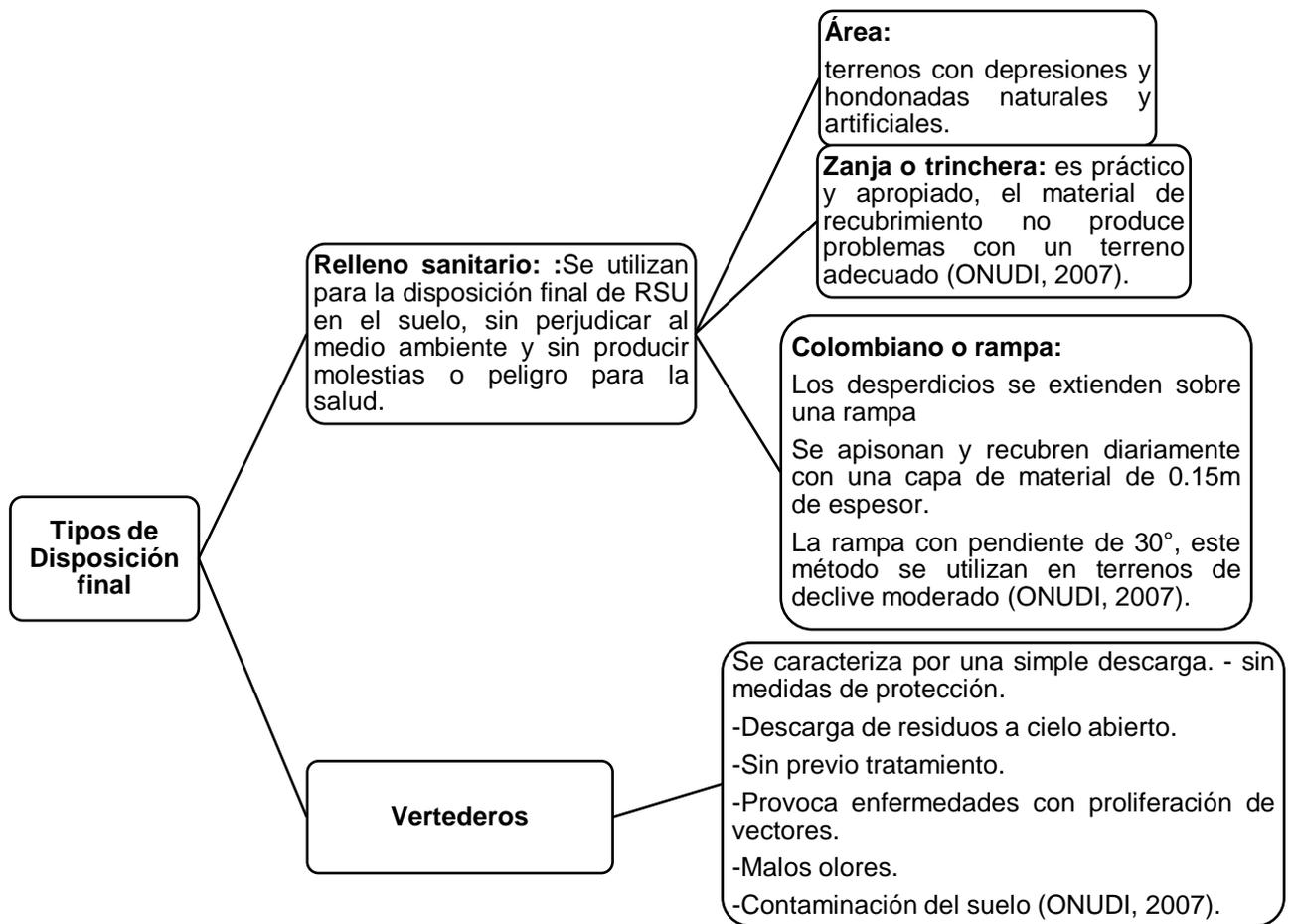
Valverde (2010) dice que la disposición final de los Desechos Sólidos es la operación controlada y ambientalmente adecuada de los desechos. Entonces la disposición final debe ser el tratamiento adecuado para los desechos, siendo esta monitoreada y controlada para ser amigable con el ambiente.

Disposición final es la etapa operacional en el sistema de gestión de residuos sólidos. Hoy en día, disposición final de los residuos sólidos, es el último destino de todos los residuos, bien sean residuos urbanos recogidos y transportados directamente al lugar de descarga, o materiales residuales de instalaciones de recuperación, o rechazos de la combustión de residuos sólidos o compost u otras sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento de residuos sólidos. Actualmente la práctica de disposición final de residuos sólidos dominante en los países en vías de desarrollo es el basurero a cielo abierto.

El abandono de los residuos en el suelo sin ningún control, o su descarga a las corrientes de agua, son prácticas irresponsables para con las generaciones presentes y futuras, pues es un atentado a la salud y seguridad públicas, al medio ambiente y a los recursos naturales.

Los basureros municipales deben ser clausurados, puesto que son cuna y hábitat de ratas e insectos, transmisores de microorganismos patógenos, causantes de múltiples enfermedades, e igualmente porque contaminan el aire, el suelo y el agua y deterioran el paisaje natural y por supuesto la calidad de vida de la población, por las quemas, humus y olores nauseabundos. Es claro entonces que esta práctica es inaceptable desde todo punto de vista Jaramillo (1999).

En la figura 3 se describen dos sistemas de disposición final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Tipos de disposición final

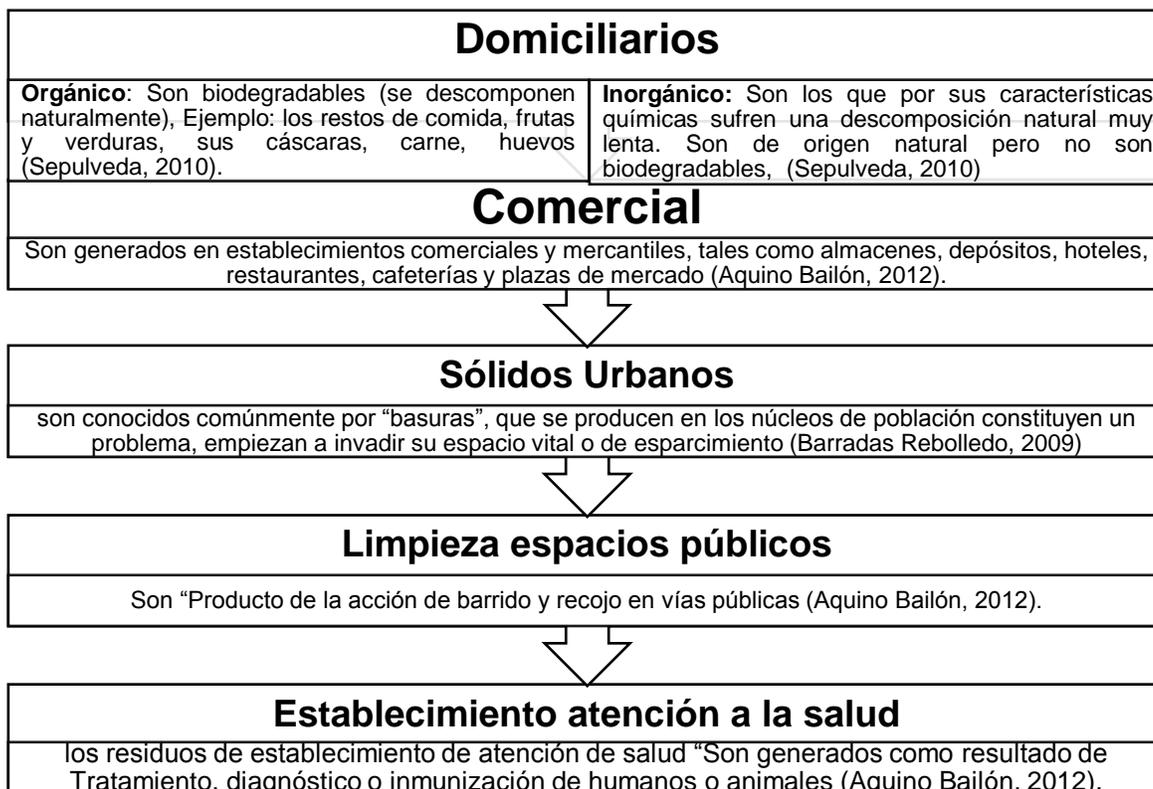
2.2.1.11 Costos

La sostenibilidad de los servicios, se logra únicamente con la recuperación de los gastos y la eficiencia en la operación y mantenimiento del sistema; sin embargo debe aceptarse que en la mayoría de los casos este debe contar con una parte de subsidio para proteger a los usuarios de bajos ingresos. Los costos son fundamentales para mantener un servicio de recolección constante y eficiente López (2010).

2.2.1.12 Costos del sistema

Se debe realizar una determinación de los costos del servicio, que generalmente se encuentran ocultos en medio de una pesada administración (UNICEF, 2013).

En la figura 4 se muestran algunos tipos de residuos



Fuente: Elaboración propia

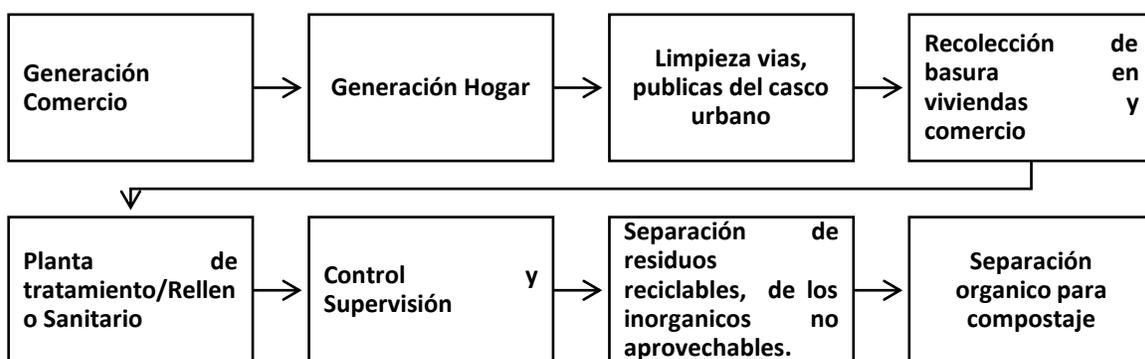
Figura 4 Tipos de residuos

Como bien se observa están los residuos de tipo domiciliario, comercial, sólidos urbanos, limpieza espacios públicos y establecimiento de atención público, los cuales están incluidos como parte de la recolección del casco urbano del municipio.

2.2.1.13 Depósitos de seguridad

Son cámaras altamente controladas en las que se almacenan residuos, que por su alto nivel de peligrosidad, es imprescindible que sean controlados y aislados correctamente, y que se garantice su eliminación en condiciones seguras. Es necesario realizar la identificación y evaluación de los sitios contaminados, con miras a la aplicación de medidas de mitigación (ONUDI, 2007). Como puede apreciarse de la definición anterior, un relleno sanitario es una obra de Ingeniería destinada a la disposición final de los RSU, los cuales se eliminan en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población. El relleno sanitario es un sistema de tratamiento y a la vez de disposición final de los RSU bajo condiciones controladas para que la actividad microbiana que ocurrirá para la descomposición de los residuos sea de tipo anaeróbico (ausencia de oxígeno).

En la figura 5 se muestra el funcionamiento de sistema de manejo de residuos sólidos 2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Funcionamiento de sistema de manejo de residuos sólidos 2015

En la figura 5 se refleja el proceso que los trabajadores realizan para cumplir con su sistema de manejo de residuos sólidos, aunque este no es el adecuado.

2.2.1.14 Propuestas de manejo de desechos sólidos del plan de desarrollo municipal

Los desechos sólidos son tomados como una fuente de contaminación afectando a los factores suelo, aire y agua del lugar. En el 2008 cuando se formuló el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) San Juan La Laguna, la información con la que se cuenta cambia después de 7 años en comparación al año 2015, como lo indica en lo siguiente “El casco urbano cuenta con servicio de tren de aseo, que consiste en la actividad de recolección de basura para ser llevada al basurero municipal ubicado a medio kilómetro del centro poblado, a orillas del río Seco. Dicho lugar no cuenta con instalaciones, ni tratamiento de desechos. Las tres aldeas del municipio no cuentan con servicio de recolección de basura, ni con basurero municipal, razón por la cual los habitantes de las comunidades depositan la misma en barrancos o la queman en sus terrenos, actividades que ponen en riesgo la salud de los habitantes y del ecosistema” PDM (2008),

Las tres aldeas del municipio, al no contar con servicio de recolección de basura ni con basurero municipal, presentan condiciones de riesgo para la salud de los habitantes y una situación de contaminación del medio natural. En el ámbito del sistema de gestión de aguas residuales, el riesgo por contaminación es más latente en época de invierno, cuando las aguas llovedizas arrastran desechos sólidos al Lago de Atitlán, situación que se da por no contar con sistema de alcantarillado y/o drenajes PDM (2008).

“El municipio de San Juan La Laguna cuenta con un sistema de drenaje que no es utilizado por falta de recursos económicos, solamente se tiene de un 40 a 45% del sistema y aún no hay viviendas conectadas al servicio por no contar con planta de tratamiento. La aldea Pasajquim es la única en el área rural que cuenta con sistema de drenajes, aunque no con planta de tratamiento” PDM (2008).

Han habido cambios por ejemplo el botadero en el rio seco dejo de funcionar aunque no lo cerraron de forma oficial debido a que algunas personas que no pagan su servicio de recolección llegan a depositar los desechos, pero la municipalidad y los trenes de aseo cambiaron el recorrido y su recolección dirigiéndose a la planta de tratamiento para los desechos sólidos que fue inaugurada en el año 2010, aunque la vida útil fue proyectada para 20 años debido al mal manejo su vida útil fue de 5 años, y solo se les presta el servicio al casco urbano excluyendo aun a las tres aldeas quienes crean basureros clandestinos por la necesidad de desechar los residuos sólidos.

Aún existe la contaminación al lago por los desechos sólidos arrastrado por la escorrentía, de lo cual se puede agregar que la falta de sensibilización por parte de los pobladores pone en riesgo la calidad del lago de Atitlán, incluyendo el desinterés, estuvo en proceso de implementación un proyecto con sistema de alcantarillado pero se detuvo por falta de un acuerdo estable y financiamiento.

En el Plan de Desarrollo Municipal toma en consideración la situación del municipio del año 2008 en el municipio de San Juan La Laguna, Sololá pero no cuenta con ninguna propuesta de manejo para los desechos sólidos, debido que tiene más un enfoque territorial.

2.2.1.15 Propuestas de manejo de desechos sólidos del Plan maestro de la RUMCLA.

La participación de las autoridades municipales está establecida por el código municipal vigente que dicta que es responsabilidad de las autoridades municipales velar por la gestión ambiental municipal, particularmente del manejo sanitario de aguas servidas, de los desechos sólidos y del ornato. Por lo tanto la participación activa de las autoridades funcionarios municipales en el manejo ambiental es fundamental para que el Plan Maestro de la RUMCLA tenga el éxito e impacto deseado.

Saneamiento Ambiental en la cuenca del lago de Atitlán. Los problemas de saneamiento van en aumento, junto con el crecimiento poblacional. Se refieren principalmente al manejo de las aguas sépticas y a la disposición de los desechos sólidos y en menor medida al manejo de otros desechos contaminantes, aceite, desechos tóxicos, etc. Por su naturaleza antrópica, el saneamiento ambiental es una actividad que no está regulada en la ley de

áreas protegidas y su reglamento, tampoco es contemplado en la ley de la RUMCLA. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) como institución diseñada para la conservación en estas condiciones, tampoco tiene fortaleza para manejar este tema. Este es otro motivo importante para desconcentrar el manejo de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán RUMCLA y unir esfuerzos con otras instituciones.

La ley de AMSCLAE le da la responsabilidad de coordinar y fomentar el manejo sanitario del área. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) tiene como mandato legal verificar la calidad ambiental y el cumplimiento de las normas de manejo y mitigación por parte de quien produce la contaminación.

Finalmente el otro actor importante para el manejo ambiental son las corporaciones municipales estas tienen que asegurar, de acuerdo con el código municipal y con la misma constitución de la república, un adecuado manejo de la contaminación ambiental. Sin embargo el manejo ambiental a nivel municipal es insuficiente. Es en el ambiente municipal en donde se debe hacer el mayor esfuerzo para el saneamiento ambiental en acciones coordinadas con los consejos de desarrollo, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE).

Según el plan maestro de la RUMCLA las autoridades dentro del departamento de Sololá son AMSCLAE con el apoyo de CONAP si se encuentra en un área protegida y MARN que verifica la calidad ambiental, estas instituciones exigen a las autoridades municipales el cumplimiento de deberes que pueden afectar el suelo, aire y agua de la cuenca de Atitlán. Aunque no existe una propuesta dirigida explícitamente a los desechos sólidos sino que se menciona el saneamiento ambiental incluyendo allí el tema en discusión CONAP (2007).

2.2.1.16 Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos

En Guatemala existe una política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, en la cual indica que el manejo de los desechos debe tener un tratamiento

integral en el que se prevenga y reduzca la nocividad, que transforme los modelos actuales de manejo hacia un modelo sostenible, asegurando la puesta en obra de sistemas de gestión optimizada y adaptada de los residuos urbanos comunes, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. La contaminación creciente en el país, que ha generado un impacto significativo sobre los recursos naturales y los ecosistemas, mostrando una degradación de su ambiente, que es evidente y alarmante, al observarse desechos dispersos en cualquier área de nuestra nación.

En la actualidad solamente 12 municipalidades poseen un reglamento para el manejo de la basura, lo que significa que solamente el 3.6% de las municipalidades del país han elaborado ese instrumento de regulación.

La Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible y el Plan Nacional de acción Ambiental, establecen la necesidad de contar con un marco institucional, que permita la protección y mejoramiento del ambiente en general y del manejo de los residuos sólidos en particular, como uno de los contaminantes significativos del ambiente, privilegiando el rehúso, reciclaje y el fomento de sistemas de responsabilidad empresarial compartida y extensiva hasta los usuarios finales.

Con la definición de esta política, tanto el MARN como la CONADES asumen sus responsabilidades rectora y coordinadora, en la competencia ambiental de “Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos” y por ende también asumen la responsabilidad de todas las acciones de apoyo a los entes ejecutores de esa competencia que son las MUNICIPALIDADES, de manera que en forma concurrente coadyuven para resolver la problemática del país.

El objetivo general de la política es reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos, para que Guatemala sea un país más limpio y ordenado que brinde a su población un ambiente saludable.

Con factores que debe tomar a consideración e involucrar como lo interinstitucional, social, económico, ambiental y salud, se debe cumplir con principios donde se encuentra el Desarrollo Sostenible, la Responsabilidad Compartida, el Derecho Humano a un Ambiente Sano, quien contamina, paga, Precautoriedad y Estado Facilitador y Solidario Política

nacional para el manejo integral de los desechos sólidos, acuerdo gubernativo No. 111-2005. 28p., (2005).

Fortalecimiento de la capacidad institucional municipal

Con esta actividad estratégica se pretende desarrollar las capacidades municipales para la administración de servicios, así como la capacidad financiera municipal para el manejo integrado. Esta línea implica la generación de sistemas y procesos dentro de la estructura municipal o en estructuras de cooperación InterMunicipal (p.e. mancomunidades), tanto para la administración directa, como para los procesos de alianzas o concesiones con la iniciativa privada Política nacional para el manejo integral de los desechos sólidos, acuerdo gubernativo No. 111-2005. 28p., (2005).

Acciones principales de esta actividad estratégica son:

- ❖ Fortalecimiento de los sistemas administrativos municipales para la gestión de desechos sólidos.
- ❖ Fomentar y facilitar la generación de capacidad instalada en mancomunidades entre municipalidades para la gestión integral de los residuos y los desechos sólidos.

2.2.1.17 Funcionamiento de un sistema eficiente

En la figura 6 se muestra el funcionamiento es recomendado por Fernández (2012) el cual inicia con barrido en vías públicas y en el almacenamiento se busca una separación para aprovechar los desechos inorgánicos reciclables.

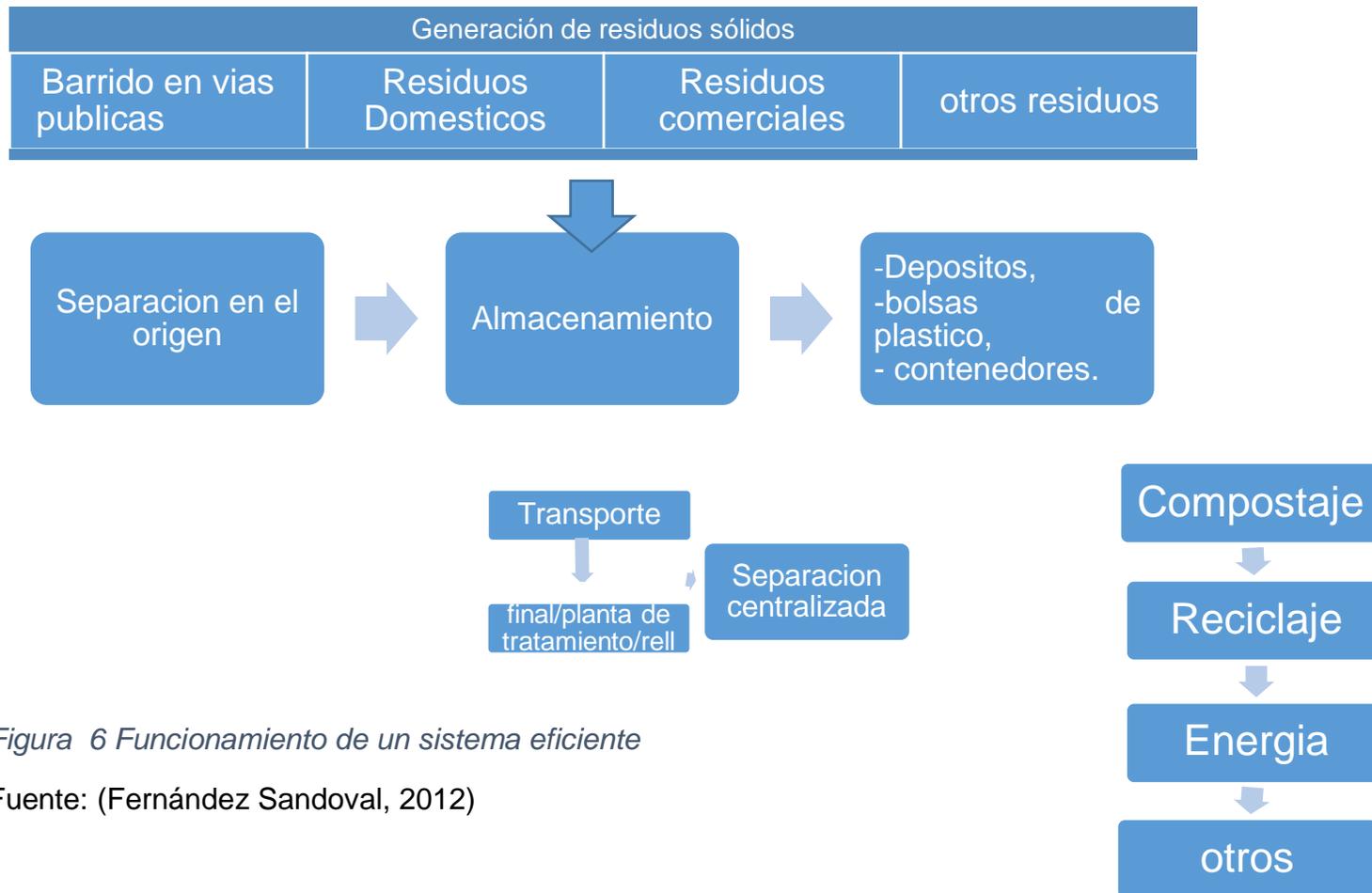


Figura 6 Funcionamiento de un sistema eficiente

Fuente: (Fernández Sandoval, 2012)

2.3 Marco Referencial

2.3.1 Aspectos socioeconómicos

El pueblo de San Juan La Laguna, fue fundado en la época de la colonia por vecinos del pueblo de Atitlán (hoy Santiago Atitlán), según indica el documento de Tasación Listado de Tributación de Santiago Atitlán y sus estancias, del año de 1623, en donde se le da el nombre de pueblo nuevo de San Juan.

Se encuentra a una distancia de 174 kilómetros al Oeste de la Ciudad Capital, por la carretera Interamericana y de la cabecera departamental de Sololá a 52 kilómetros. Se ubica en la parte occidental de la cuenca del Lago de Atitlán, Figura 8. Existen tres vías de acceso a San Juan La Laguna; por el lago de Atitlán, por el embarcadero de Panajachel, la segunda por el Km 148 de la carretera Interamericana vía Santa Clara La Laguna del mismo Departamento y tercera por San Lucas Tolimán vía Santiago Atitlán, esta última menos recomendable debido a que existe mucha delincuencia.

Su altitud oscila a 1,300 metros sobre el nivel del mar, en su parte más baja llega a tener una altura de 1,585 metros sobre el nivel del mar, las coordenadas de la Cabecera son: Latitud 14, 41´,39” y longitud: 91,17´,12” Cruz (2008).

El municipio de San Juan La Laguna tiene las siguientes colindancias, al Norte con Santa Clara La Laguna y San Pablo La Laguna, al Este con San Pedro La Laguna y el Lago de Atitlán, al Sur con Chicacao (Suchitepéquez) y al Oeste con Santa Catarina Ixtahuacan y Santa Clara La Laguna Cruz (2008), Figura 9.

2.3.1.1 Código municipal

Artículo 14. Se reforma el artículo 68 del Código Municipal, el cual queda así: “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; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final Código Municipal (2002) .

2.3.1.2 Demandas judiciales contra las autoridades municipales por incumplimiento de los mandatos sobre manejo de desechos en el lago.

La Fiscalía de Delitos Ambientales del Ministerio Público presentó cinco solicitudes de antejuicio en contra de igual número de alcaldes del área de Sololá por carecer de plantas de tratamiento adecuado para evitar la contaminación del lago de Atitlán.

Según informó el fiscal del caso, las querellas se presentaron en contra de los alcaldes Oscar Tic Solís de San Lucas Tolimán; Tomás Chiviliu de Santiago Atitlán; Diego Ixnata González de San Pedro La Laguna; Antonio Rodolfo Pérez de San Juan La Laguna; y Andrés Lizardo Iboy Chiroy, de la cabecera departamental de Sololá. En el caso de este último, la querrella es por el mal manejo de desechos sólidos.

El fiscal señaló que estos jefes ediles incurrieron en los delitos de incumplimiento de deberes y que de este se desprendió el de contaminación ambiental, ya “que si los funcionarios hubiesen cumplido con sus obligaciones no se habría registrado contaminación”.

De acuerdo con las investigaciones, la carencia de plantas de tratamiento han provocado la degradación del lago y en el caso del alcalde de Sololá, la medida legal se orientó porque los desechos sólidos de esa localidad no se están tratando de una forma adecuada, pues “son vertidos cerca de una quebrada y al momento de intensificarse las lluvias los desechos van directamente a la cuenca del lago” Rodríguez (2015).

Para la fecha aún no se conoce el seguimiento del proceso de demanda contra los ex alcaldes de los municipios antes mencionados, aunque no se mencione el alcalde de San Juan La Laguna tiene una denuncia por parte de AMSCLAE por el manejo inadecuado de los desechos sólidos aunque este municipio si cuenta con una planta de tratamiento por lo

que se inició la gestión y el inicio de un nuevo proyecto que funcionara como relleno sanitario donde atenderá solo residuos inorgánicos no reciclables, además San Juan La Laguna no cuenta con planta de tratamiento de aguas y por ser un municipio dentro de la cuenca hay una presión mayor por el daño ambiental y las consecuencias de afectación a un lugar donde parte de su economía se sostiene del turismo.

2.3.1.3 Extensión territorial

El municipio de San Juan La Laguna posee una extensión territorial de 36 kilómetro cuadrados, equivalente al 3.39% de los 1,061 kilómetros del territorio total del departamento de Sololá.

Como resultado de la investigación realizada se determinó que el Municipio se encuentra distribuido en cuatro centros poblados, el área urbana o Cabecera Municipal y tres aldeas llamadas Palestina, Panyebar y Pasajquim, con una densidad de población de 282 habitantes por kilómetro.

2.3.1.4 Organización local y social

En esta variable se hace la descripción de cómo se encuentra organizada la población, se mencionan las organizaciones comunitarias, gubernamentales y particulares, el objetivo común de éstas es velar por el bienestar económico, social, cultural y productivo de toda la comunidad (ACETÚN, 2008).

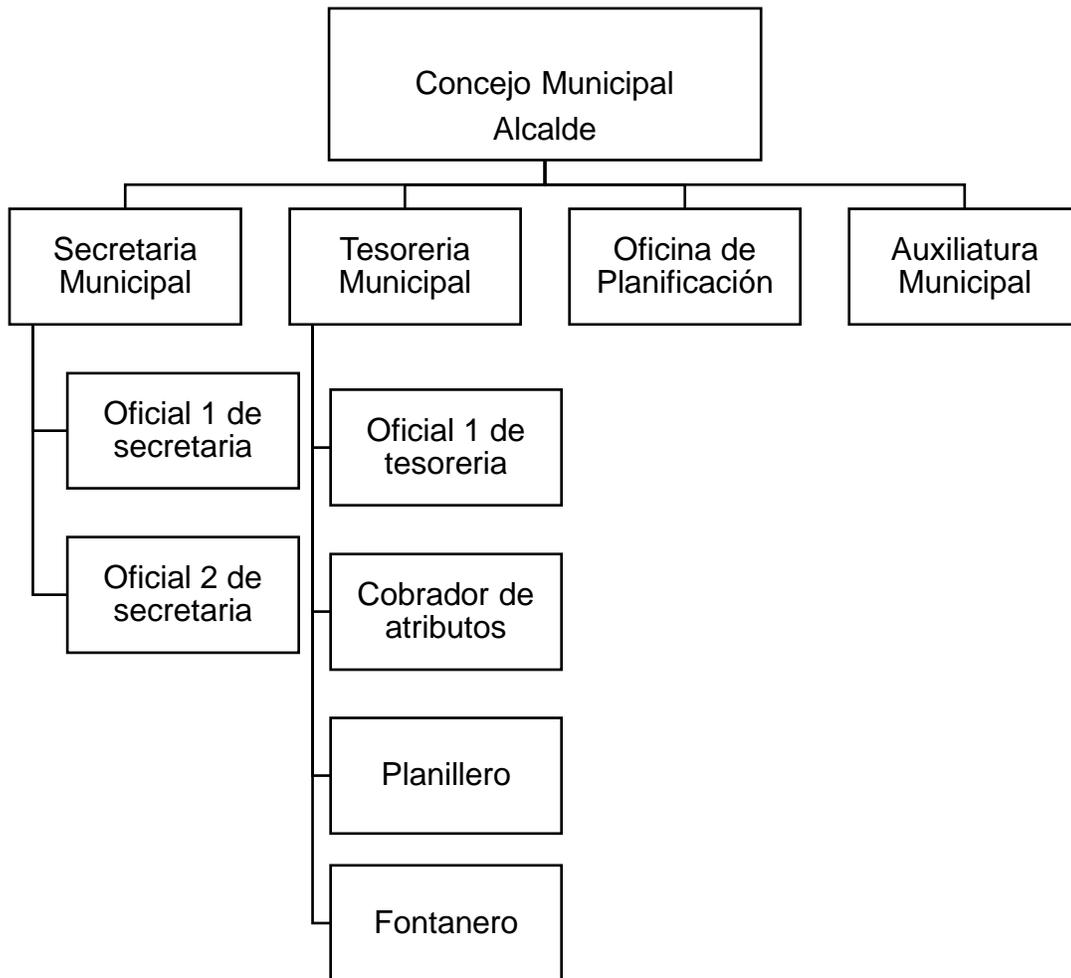
En el municipio hay varias cooperaciones y asociaciones que apoyan y buscan el desarrollo del lugar, por lo que hay organización de:

- Mujeres
- Adulto Mayor

- Tinte Natural
- Artesanía entre otros.

2.3.1.5 Organización Municipal

La figura 8 refleja el organigrama de la municipalidad de San Juan La Laguna, que indica el orden de cada función y como se maneja internamente.



Fuente: ACETÚN (2008)

Figura 8 Organigrama Municipalidad de San Juan La Laguna

2.3.1.6 Organización en la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM)

En San Juan La Laguna la Unidad de Gestión Ambiental Municipal cuenta con un encargado y un apoyo del mismo, esta unidad depende de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), se encargan de arreglar fugas de agua, recorrer las fuentes de agua cuando AMSCLAE necesita realizar análisis de agua, incluye Jornadas de limpieza en el lago.

2.3.1.7 Nivel educativo

La educación es un factor que además de coadyuvar al crecimiento económico de toda población, es un aspecto fundamental para el avance social, cultural y de beneficio general, los resultados se observan a largo plazo, razón por la cual se obstaculiza la inversión por no generar ganancias inmediatas. Por tal motivo la falta de políticas de desarrollo y presupuestos insuficientes, han dado como resultado que la educación en Guatemala se encuentre sumida en una crisis total. San Juan La Laguna no puede ser la excepción y en consecuencia, afronta una problemática que tiene características propias en el Municipio, pero que devienen de la misma crisis nacional, derivado del pobre desarrollo económico Bethancourt (2008).

2.3.1.8 Analfabetismo

Datos del Instituto Nacional de Estadística –INE-, año 1994 indica que el analfabetismo en el municipio de San Juan La Laguna fue 17.66%; la investigación de campo realizada en el año 2006 muestra un porcentual de 7.28%. Con este análisis se puede observar que el nivel de analfabetismo disminuyó en un 10.38% (Cruz, 2008).

2.3.1.9 Población económicamente activa (PEA)

Está integrada por las personas de 15 a menos de 65 años de edad, que trabajan o desempeñan alguna actividad económica, aquellos que están en busca de trabajo, es decir, la suma de los ocupados más los desocupados. A continuación se muestra el cuadro donde se describe la población económicamente activa dividida por sexo, según datos de los censos poblacionales 1994 y 2002 y de la investigación de campo 2006.

2.3.1.10 Niveles de pobreza

Según investigaciones del Instituto Nacional de Estadística –INE-, la pobreza se mide de acuerdo a la población que no cuenta con los servicios básicos mínimos para vivir en condiciones adecuadas, entre los que se pueden mencionar: acceso a vivienda, salud, educación, salario acorde a las necesidades que cubra los gastos básicos de alimentación, vestuario y recreación. En el Municipio se observó que en el área rural se percibe un nivel de pobreza mayor que en el área urbana, debido a varios factores determinantes como: las vías de acceso a la Cabecera Municipal y otros lugares cercanos, escasa infraestructura para la atención en salud y viviendas. Para el año 2002 según investigación de desarrollo de SEGEPLAN, el nivel de extrema pobreza en el Municipio era de 80.9 %.

2.3.1.11 Organización productiva

Para el año 2006 se detectó que solamente en la Cabecera Municipal existen organizaciones productivas, las cuales se detallan a continuación: Cooperativa La Voz que Clama en el Desierto R.L, Asociación de Mujeres Artesanas de San Juan La Laguna, Asociación de Mujeres Tejedoras con Tinte Natural (LEMÁ), Asociación de Mujeres Artesanas San José, Asociación de Productores Ecológicos y de Servicios Ambientales (APROESA), Asociación de Agricultores Mayas K'achelaj, Asociación de Desarrollo Integral

Chicuwa, Asociación Mujeres Tejedoras Mayas (AMTM) y la Asociación ASOAC. Estas entidades brindan apoyo a la producción de textiles, educación, salud de la mujer, comercialización de café orgánico, producción de tejidos con tinte natural, protección al medio ambiente, proyectos agrícolas y financiamiento. (Cruz, 2008).

2.3.1.12 División política administrativa

Según la figura 7 se muestra la división política administrativa del municipio de San Juan La Laguna el cual tiene cuatro centros poblados: un pueblo que constituye la cabecera y área urbana del Municipio, así como tres aldeas del área rural; el acceso a ellas es por vehículo vía Santa Clara La Laguna y a pie por veredas o caminos cortos (Cruz, 2008).

Municipio	Poblado	Categoría	Habitantes
San Juan La Laguna	San Juan La Laguna	Pueblo	4,179
San Juan La Laguna	Panacal	Caserío	176
San Juan La Laguna	Palestina	Aldea	919
San Juan La Laguna	Pasajquím	Aldea	1,130
San Juan La Laguna	Panyebar	Aldea	1,687
San Juan La Laguna	Paycabal	Finca	3
San Juan La Laguna	San Simón	Paraje	21
San Juan La Laguna	Pocona	Caserío	24

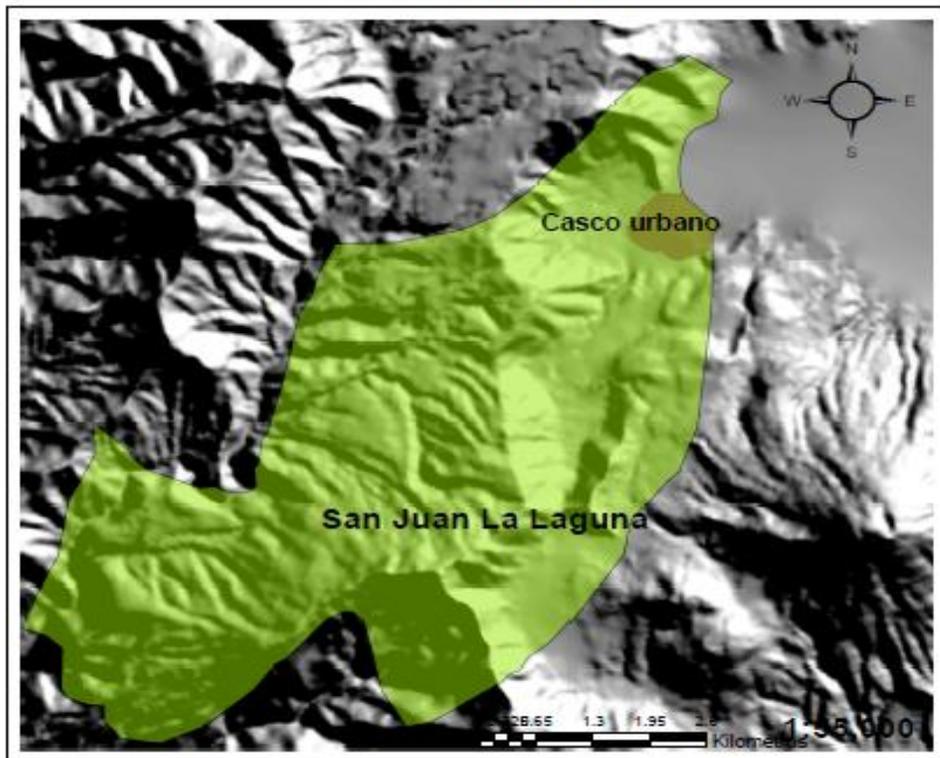
Fuente: INE 2003, PDM 2008-2018

Figura 7 División política de San Juan La Laguna

En la figura 7 muestra la división política del municipio, está compuesto por el casco urbano, y tres aldeas más Palestina, Pasajquím y Panyebar así mismo una finca un paraje y un caserío, de los cuales solo el casco urbano es atendido con el servicio ambiental de recolección de basura.

En la figura 8 se muestra el mapa de localización y ubicación del municipio de San Juan La Laguna perteneciente al departamento de Sololá, el cual indica la ubicación del casco urbano, debido a que es el área de estudio.

**Mapa de Localización y Ubicación
del Municipio y Casco Urbano de San Juan La Laguna,
Sololá, Guatemala.**



LEYENDA

-  Limite Municipal
-  Casco Urbano



Coordinate System: GTM
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984



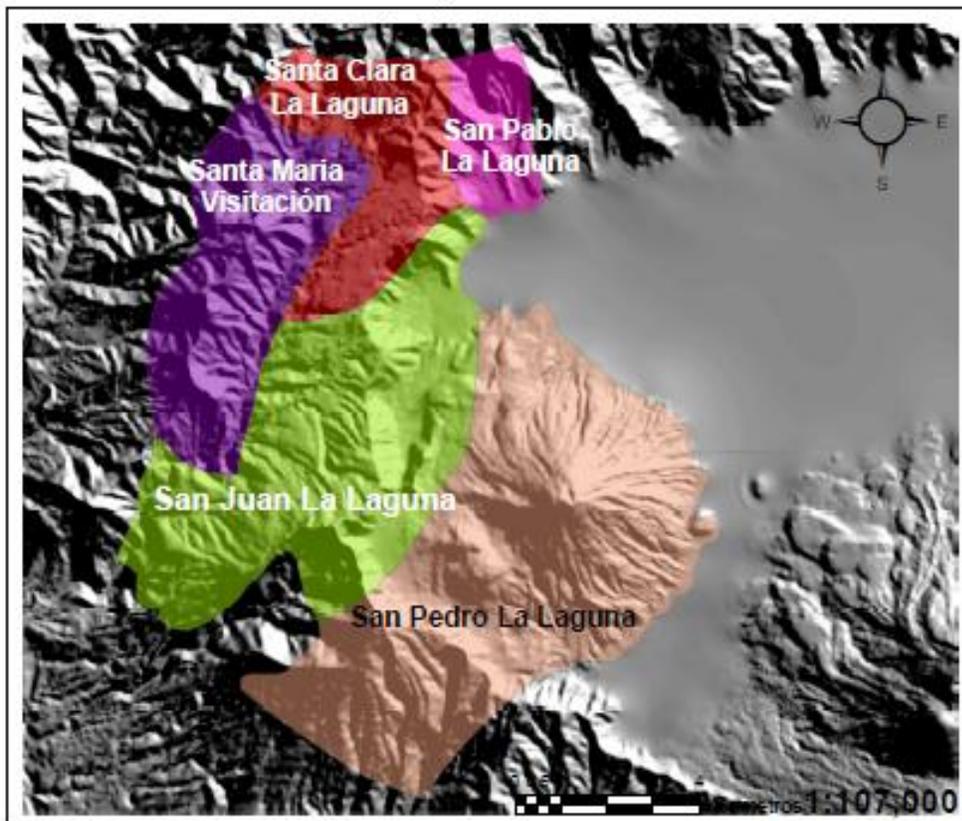
Editado por:
Katherine Pico
Ejercicio Profesional Supervisado
Feb - Nov 2015

Fuente: MAGA

Figura 8 Mapa del municipio de San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala

En la figura 9 se muestran las colindancias que cuenta el municipio de San Juan La Laguna, como Santa Clara La Laguna, San Pablo La Laguna, San Pedro la Laguna y Santa María Visitación.

**Mapa de Localización
del Municipio de San Juan La Laguna,
Sololá, Guatemala.**



LEYENDA

-  San Juan La Laguna
-  San Pablo La Laguna
-  San Pedro La Laguna
-  Santa Clara La Laguna
-  Santa María Visitación

Coordinate System: GTM
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984



Editado por:
Katherine Pico
Ejercicio Profesional Supervisado
Feb - Nov 2015

Fuente: MAGA

Figura 9 Mapa de Localización, San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala.

2.3.2 Aspectos biofísicos

2.3.2.1 Clima

El municipio de San Juan La Laguna, pertenece a las tierras altas de la cadena volcánica, con montañas, colinas y conos con una unidad bioclimática, bosque húmedo montano bajo subtropical –BHMB–. Por lo general, esta unidad se da en lugares que se encuentran entre 1,500 y 2,400 metros sobre el nivel del mar, como es el caso del Municipio, sus precipitaciones pluviales anuales oscilan entre los 1,500 y 2,000 milímetros y las temperaturas entre 18 y 24 grados centígrados Bethancourt (2008).

Debido a las características del Municipio, su clima varía según los lugares, en la Cabecera Municipal el clima oscila entre templado y cálido, esto se debe al mal manejo de los recursos naturales, específicamente los bosques. A diferencia en las tres aldeas el clima es frío, debido a que éstas se sitúan en la cima de la cadena de montañas, colinas y conos volcánicos.

2.3.2.2 Hidrografía

En relación al recurso hídrico, el municipio de San Juan La Laguna, cuenta con lo siguiente:

Lago de Atitlán, se encuentra ubicado al Este de la Cabecera Municipal. Es usado como vía de transporte lacustre, así como para la actividad de pesca artesanal. Otro de los usos es el del riego para cultivos cercanos de hortalizas, a través del bombeo de sus aguas.

El Municipio cuenta con 22 nacimientos de agua, de los cuales 12 se encuentran ubicados en la Cabecera Municipal, dos de los más importantes el K'uwa' I y K'uwa' II, los cuales son utilizados para el servicio de agua entubada de la Cabecera Municipal. Otros cinco se aprovechan para el riego de cultivos de la cebolla y maíz, en verano o época seca. Los últimos cinco son muy pequeños y sus aguas no discurren, por lo que se utilizan para el consumo de personas y en menor medida para las bestias o animales de carga.

En cuanto a los nacimientos de agua en el área rural, la aldea Panyebar cuenta con seis en su territorio, de los cuales los cuatro más grandes están conectados a los servicios de agua entubada de esta comunidad y también de la aldea Palestina, los dos últimos son muy pequeños y no tienen desplazamiento de aguas. Finalmente, las aldeas Palestina y Pasajquím cuentan con dos pequeños cada una, a los que se continúa sin darles uso.

2.3.2.3 Zona de vida

El área de San Juan La Laguna está clasificados según el sistema clasificación de Holdridge como Zona de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB), representados principalmente por Quercussp. Este bosque tiene una extensión territorial de 32.94 km². La otra zona de vida presente en el área, es el Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido, bmh-S(c)). Este zona es la más rica en composición florística y posee un área de 4.24 km² SEGEPLAN (2008).

2.3.2.4 Suelos y tierras

El municipio de San Juan La Laguna tiene un suelo de serie Tolimán regularmente drenado, el cual posee una materia ceniza volcánica clara, un relieve fuertemente ondulado a escarpado, un declive del 15 al 30%, color café muy oscuro a negro, textura franca turbosa. La diferencia entre el suelo de la Cabecera Municipal respecto a sus Aldeas radica en el grado e inclinación del mismo y la altura sobre el nivel del mar, debido a que éstas últimas se encuentran ubicadas en un área montañosa, que provoca la existencia de mayor humedad en la tierra Bethancourt (2008).

En general, el suelo del Municipio es de vocación agrícola y forestal con énfasis en los cultivos permanentes como el café, y anuales como el maíz, frijol, entre otros. El área

boscosa se encuentra ubicada principalmente en las aldeas Panyebar, Pasajquím y Palestina y en menor escala en la Cabecera Municipal.

2.3.2.5 Flora

Entre las plantas más comunes que se reproducen en el Municipio, se pueden mencionar las ornamentales: antulio, begonias, buganvilea, cañethea, gigante, izote, draceana y geranio. En cuanto a las de uso medicinal, las principales son el eucalipto, orégano, jacaranda, sábila, salvia, albahaca y hierba buena estas dos últimas también utilizadas para la preparación de alimentos.

2.3.2.6 Fauna

La vida silvestre del Municipio cuenta con una diversidad de especies animales tales como: la ardilla, comadreja, conejo silvestre, lagartija, mazacuate, rana, rata y taltuza. Entre las aves destacan el pájaro carpintero *Campephilus imperialis*, el tecolote *Strix occidentalis lucida*, el tucán *Ramphastos dicolorus* y la paloma *Columba livia* ; entre los animales acuáticos se encuentran la carpa *Cyprinus carpio*, la tilapia *Oreochromis sp*, el cangrejo *Procambarus clarkii*, el caracol *Helix aspersa*, la gallareta *Gallinula chloropus* y en menor medida el ganso *Anser anser* Bethancourt (2008).

2.3.2.7 Estudios realizados

En cuanto a estudios realizados en San Juan La Laguna con enfoque en Desechos sólidos no existe pero en la región hubo un hallazgo de investigaciones con respecto al tema antes mencionado, como en San José Chacayá está el Diagnóstico General de Saneamiento Básico con enfoque en el manejo de desechos sólidos Vásquez Ventura (2004), y una

estrategia comunicacional para el manejo de los desechos sólidos en mancomunidad de Municipios La Laguna (manclalaguna) De la Rosa Montepeque de Carranza (2010).

2.3.2.8 Cianobacteria y relación con el manejo de los desechos en el lago

Problemas causados por el mal manejo de las aguas residuales hacia los recursos naturales
El principal recurso hídrico con que cuenta San Marcos la Laguna y el resto de municipios de la Cuenca de Atitlán es el Lago, por esta razón para evitar que la población dentro de la cuenca deteriore dicho recurso, el Estado de Guatemala a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- crearon el Reglamento de descargas de aguas residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán a través del Acuerdo Gubernativo No. 12-2011 el 17 de enero de 2011, este reglamento surgió como consecuencia del deterioro del lago y por el afloramiento excesivo de cianobacterias. Las principales causas de este fenómeno se deben al creciente ingreso de agroquímicos, aguas residuales y otros desechos, uno de los eventos que incidió fuertemente en la contaminación del Lago.

Las tormentas naturales que arrastraron gran cantidad de sedimentos e inhabilitaron algunas plantas de tratamiento de aguas residuales, haciendo que dichas aguas sin tratar llegaran directamente al Lago. Los esfuerzos que se han hecho por parte de las organizaciones ambientalistas, estatales y no gubernamentales en relación al combate de la proliferación de la cianobacteria, a través de estudios y toma de muestras realizados por parte de biólogos determinó que la cantidad de nutrientes que ingresa en el lago es alta, derivado de aguas residuales (agua contaminada con heces fecales y orina), grises (agua contaminada con jabón) y principalmente de residuos de fertilizantes químico utilizados por los agricultores de la zona, pero lo que agudizó está es la llegada de cantidad de Fósforo hacia el lago producto de la tormenta Agatha.

El tratamiento de las aguas residuales utilizando estaciones depuradoras con reactores que estabilicen y degraden los componentes físicos, químicos y biológicos, implica costos de operación y mantenimiento, dichos costos deben estar acordes a las condiciones socio económicas de los pobladores y cumplir con la normativa vigente.

En este apartado no se tratara sobre alternativas de solución, sin embargo es importante señalar que los parámetros con más dificultades de remover en cuanto a costos de las aguas residuales son los nutrientes como los son el fosforo y el nitrógeno, dichos componentes causan algunas zonas de eutrofización, debido a los altos contenidos de Fósforo y Nitrógeno. Esto genera con el tiempo la pérdida del ecosistema, ya que se forman nitritos que intoxican a las especies superiores (peces, reptiles, anfibios, etc), mientras aumentan las especies inferiores (microorganismos) Sáenz (2015).

Debido a la proliferación de la cianobacteria se está exigiendo a todos los municipios del lago que cumplan con el reglamento de aguas residuales, se conoce que el no tener tratamiento a las aguas residuales y las aguas grises esto recae al lago, y también aún existen pobladores que llegan a lavar al algo, haciendo que se contamine con el jabón y shampoo porque también se bañan en ciertos lugares que el nivel del agua lo permite.

Las sustancias tóxicas que los desechos sólidos que son arrojados orillas del lago o en época de invierno son arrastrados por escorrentía llegan a afectar el estado del cuerpo de agua, también puede provocar transmisión de enfermedades. Según datos de AMSCLAE el total de basura que alcanza las aguas del lago es 8.40 (Tm/año)³ para el año 2015.

2.3.2.9 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno

Somos una institución gubernamental de alto nivel, Secretaría de la Vicepresidencia de la República de Guatemala, de carácter técnico-científico con jurisdicción específica sobre la cuenca del lago de Atitlán y su ambiente, creada el 27 de noviembre de 1996 bajo el Decreto Legislativo 133-96 del Congreso de la República de Guatemala, Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable del lago de Atitlán y su Entorno; con el fin específico de planificar, coordinar y ejecutar todas las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar el ecosistema del lago de Atitlán y sus áreas circunvecinas, y con la facultad de planificar, coordinar y ejecutar en coordinación con las instituciones que corresponda, todos los trabajos que permitan

conservar, preservar y resguardar los ecosistemas de la cuenca del lago de Atitlán, generando los mecanismos necesarios para lograr sus objetivos.

Desde el punto de vista técnico, somos una agencia de cuenca, encargada de fomentar y garantizar el manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán, con las características siguientes: a) Legalidad, b) Legitimidad, y c) Desconcentración; para lo cual la institución está integrada por su Coordinación Ejecutiva (Órgano de Cuenca) y su Dirección Ejecutiva (Organismo de Cuenca) (AMSCLAE).

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivos General

- Describir el funcionamiento y los componentes del sistema de manejo de los residuos sólidos locales del casco urbano de San Juan La Laguna, Sololá.

2.4.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la composición física de los residuos sólidos.
2. Identificar la relación beneficio costo del sistema de manejo de los residuos sólidos.
3. Identificar los factores que limitan la calidad del sistema de manejo de los residuos sólidos y establecer acciones para cada factor.

2.5 METODOLOGÍA

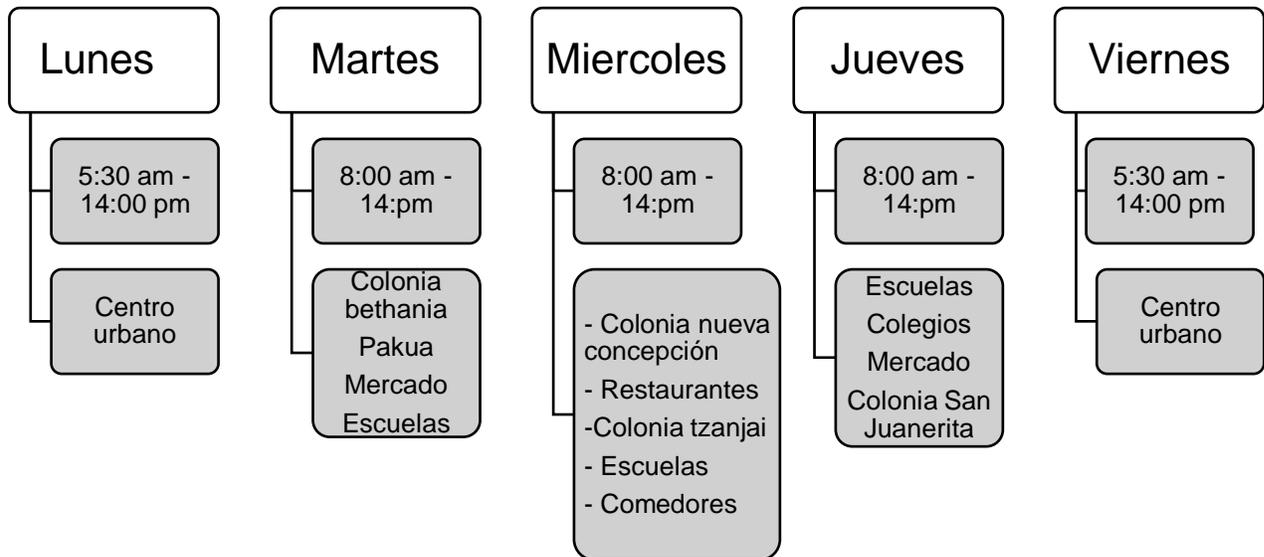
2.5.1 Etapa I Gabinete Compilación, organización y argumentación de datos obtenida por fuentes secundarias

Para conocer la situación del manejo de los desechos sólidos dentro del casco urbano, se implementaron técnicas de investigación de campo, como la observación de la cual se deriva la observación directa y por entrevista, incluyendo el apoyo de la municipalidad por brindar información financiera de todo lo relacionado con los desechos sólido así como la venta de residuos reciclables (compostaje, PET), calculó de cantidad de desechos que ingresan a su respectiva disposición final, también se procedió a la revisión de documentos técnicos formulados por compañeros epeistas anteriormente, textos y todo tipo de documentación que incluye información de todo lo relacionado con el tema y la necesidad del municipio de San Juan La Laguna, Sololá.

2.5.2 Etapa II campo

2.5.2.1 Acompañamiento con trenes de aseo

Este acompañamiento surgió de la necesidad de conocer las rutas de los trenes de aseo, incluyendo la cantidad de desechos generados por los pobladores a diario el recorrido de este lo muestra la figura 10.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10 Recorrido de trenes de aseo

2.5.3 Elaboración de entrevistas a comercios y viviendas

Para tener claro la opinión de los pobladores con respecto a los desechos sólidos generados en su comunidad se inició un recorrido por el casco urbano en viviendas y comercios. Así considerar algunas acciones para mejorar el sistema de manejo de los desechos sólidos.

2.5.4 Método de cuarteo determinación de la composición física

Muestreo y preparación de la muestra:

El objetivo del muestreo es la obtención de una muestra representativa como lo refleja la figura 11, o sea, la toma de una porción del residuo a ser estudiado que para cuando sea

analizado, presente las mismas características y propiedades de su masa total. A continuación se indica el proceso del mismo para el método de cuarteo.

1. Se seleccionó el tren de aseo que hace el recorrido diario luego en la planta de tratamiento se descargaba de desechos.
2. Se hizo una mezcla de los desechos sólidos y se hizo una separación de 4 partes, eliminándose dos partes contrarias por ejemplo: si tenemos lado A, B, C, D de forma circular, se eliminan los contrarios en este caso B y C, esto se realizó tres veces más, hasta lograr obtener una cantidad aproximada de 50 kg de una sola mezcla.
3. Se inició la separación de desechos orgánicos e inorgánicos de los cuales se puede mencionar, papel, cartón, PET, textil, llantas, metal, vidrio entre otros, con el apoyo de los trabajadores de la planta de tratamiento.
4. Luego se procedió a pesar cada uno de los recipientes (costales) donde se almacena cada clasificación de los desechos.
5. También se midió el volumen de los mismos el cual se hizo con una cubeta de 5 galones de capacidad.
6. El tiempo de repetición fue de 5 días seguidos.



Figura 11 Método de cuarteo

A : Mezcla de desechos sólidos	B : Partición de cuatro lados
C : Peso de desechos sólidos	D : Volumen de desechos sólidos

Se inicia con la mezcla de los desechos sólidos según el inciso **A**, para después hacer la partición de 4 partes con la ayuda de un sogá donde el lado contrario de a y d se descartan haciendo esta repetición hasta quedarnos con 50 kg, y luego comenzar con la separación de desechos sólidos en el inciso **B**, luego de separarlos y almacenarlos en costales se pesan como en inciso **C**, para de último obtener el volumen de los desechos sólidos al colocarlos en un recipiente de volumen conocido como se observa en el inciso **D**.

2.5.6 Determinación de la Relación beneficio – costo

1. Se inició con solicitar información financiera del sistema de manejo de los desechos sólidos de San Juan La Laguna., por ejemplo los sueldos de los trabajadores, gastos de combustible, servicios mecánicos, compra de artículos, ingreso por servicio de tren de aseo y algunos datos de venta de residuos reciclables.

2. Después de la obtención se procedió a encontrar el valor de la relación beneficio – costo, con algunos datos como de costos totales, beneficios totales, factor de actualización, costos actualizados un flujo neto efectivo y egresos totales.

2.5.7 Etapa III Gabinete

La compilación de datos obtenidos en campo fueron ingresados a una base específica según correspondía.

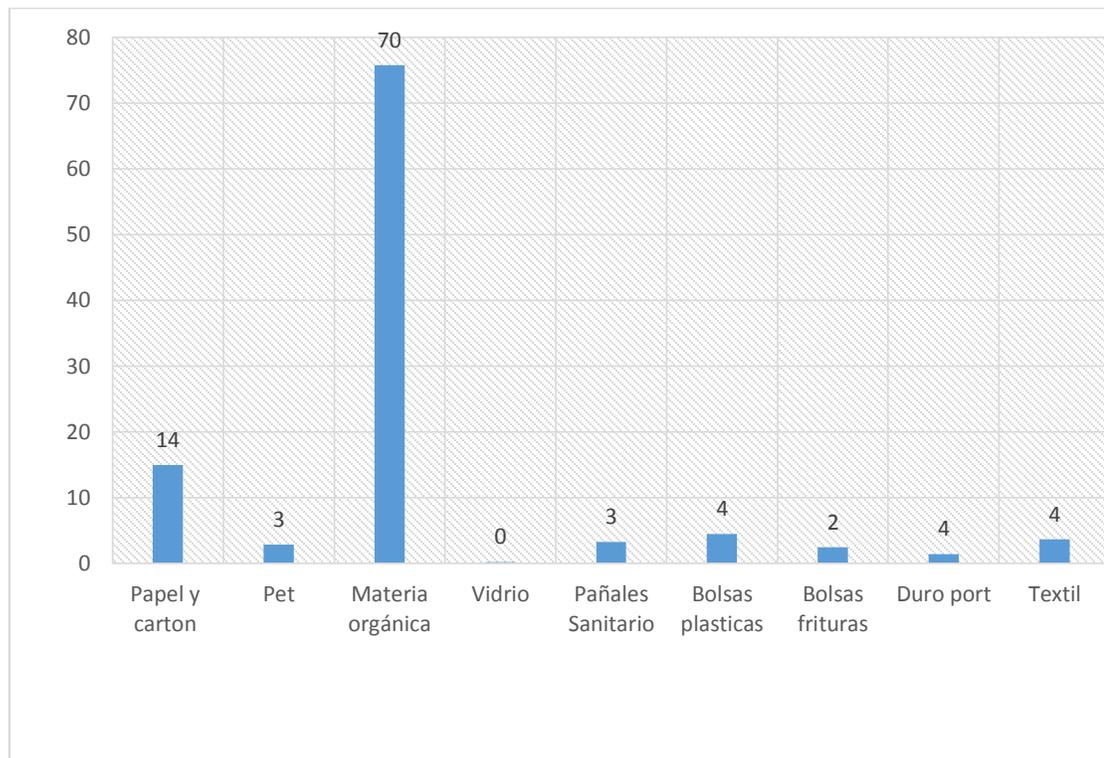
Con la información de las entrevistas se realizó una gráfica por cada una donde mostro que desecho es generado según cada poblador y se comparó con la gráfica que indica el método de cuarteo que nos indica la determinación de los desechos sólidos que ingresan a la planta de tratamiento.

Después de observar y conocer más sobre el sistema de manejo de desechos sólidos en el área, se inició una identificación de factores que limitan el cumplir cada proceso que este debe completar, o bien implementar un cambio el cual mejoraría la calidad del ornato, el aseo público, incluyendo una parte muy delicada que es la salud.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Determinación de la composición física de los residuos sólidos.

Para la determinación del residuo que predomina en el casco urbano de San Juan La Laguna, se procedió a realizar un método de cuarteo, en la figura 13 se encuentra el porcentaje de composición física de los residuos encontrados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Composición física de los desechos sólidos en porcentaje

Como era de esperar el 70% lo obtiene el residuo orgánico, esto debido que solamente se recolecta en el casco urbano con una población de 6,252 para el año 2015, en el centro de este se encuentra los comedores, restaurantes, hoteles y el mercado, hay que mencionar la práctica de la agricultura (Café, Maíz, Hortalizas), además es posible que los residuos orgánicos se deba a los patrones de consumo presente en el municipio y para la municipalidad es beneficioso el residuo orgánico, porque en la planta de tratamiento de

desechos sólidos que ellos tienen en su municipio, hay pilas de compostaje, y el producto tiene dos funciones al final, una es la comercialización y la otra es el alimento para el proyecto de lombricompost que tienen en el vivero forestal.

El segundo residuo predominante es el papel y cartón con un 14% debido a la cantidad de escuelas y librerías establecidas en el casco urbano, la disposición final del cartón es la venta a una empresa de reciclaje, pero es lamentable que el papel no lo aceptan por lo tanto este se queda acumulado sin ningún tratamiento alguno.

El tercer residuo con mayor predominación es el poliestireno expandido (duro port), el cual es consumido por el comercio informal de alimentos que atienden en el casco urbano, debido a que los alimentos y bebidas calientes son servidas en dichos utensilios, los cuales generan una acumulación dentro de la planta, y estos residuos son considerados inorgánicos no reciclables, derivado del petróleo, contaminante y altamente inflamable por su compuesto.

El poliestireno se posiciona con un 4%, su generación es causada por las actividades de comercio de alimento informal, el cual es considerado un residuo inorgánico no reciclable, debido a su composición es altamente contaminante ya que es derivado del petróleo, y es uno de los residuos de mayor producción, y generación también, volviéndose toxico para el ambiente en países no desarrollados, por no tener una capacidad de tratarlos, en caso de San Juan La Laguna y todos los pueblos alrededor del lago de Atitlán se vuelve de mayor contaminación por el cuerpo de agua, y la debilidad de no contar con la capacidad de una disposición final convirtiéndose en daño colateral.

Por ejemplo las bolsas de plástico consumen grandes cantidades de energía para su fabricación, están compuestas de sustancias derivadas del petróleo, que pueden tardar en degradarse más de medio siglo. Asimismo, las bolsas serigrafiadas pueden contener residuos metálicos tóxicos. La gran mayoría finaliza desechada sin control, contamina tanto las ciudades como los ecosistemas naturales. En el mar su impacto puede ser letal para animales como tortugas, ballenas o delfines, que mueren tras ingerirlas.

Estados Unidos y la Unión Europea consumen el 80% de la producción mundial, aunque su generalización en los países en vías de desarrollo está agravando el problema.

En España, cada ciudadano consume de media al año 238 bolsas de plástico: más de 97.000 toneladas, según Cicloplast que agrupa a fabricantes y distribuidores de bolsas, de las que apenas se recicla el 10%. Aunque desciende en el porcentaje de la composición física es el plástico, hablando específicamente de las bolsas que utiliza el comercio informal es polietileno de baja densidad, la cual es categorizada como residuo no reciclable, en el municipio no hay un tratamiento para este tipo de desecho. Incluso son acumulados en terrenos donde hay cultivos de café dentro del casco urbano.

Formando basureros clandestinos, afectando el ornato del casco urbano, y fomenta un contaminación visual que afecta al municipio debido a que es un lugar turístico.

Al continuar con el análisis de los resultados según la figura (5) el 3% son de tereftalato de polietileno más conocido como "PET", por sus siglas en inglés, este es utilizado para los envases de bebidas no retornable, los cuales son categorizados como residuos inorgánicos reciclables, lo cual indica que tiene un tratamiento dentro de la planta, este es separado después de ser descargado y es llevado a su cuarto de separación donde lo llegan a comprar cuando es una cantidad considerable y viable para el comprador, debido a las limitaciones para el transporte en dicho lugar; seguido a esto se encuentran los residuos sanitarios (pañales desechables) y lo textil, los primeros son acumulados considerados como residuos peligroso, por la transmisión de enfermedades que provoca a las personas cercanas que no cuentan con equipo de trabajo adecuado y según (Garmendia, Shimp, Wegg, & Pettigrew, 2014) Químicamente tienen características similares al resto de los residuos sólidos, y no contribuyen significativamente a la formación de biogás.

Por otra parte, tanto la pulpa de celulosa como los desechos corporales se biodegradarán en los rellenos sanitarios.

Para la producción de este material se utiliza gran cantidad de agua, el consumo de recursos naturales no renovables el petróleo y gas natural, así mismo produce emisiones de CO₂, CH₄, SO₂ y NO₂, no existe una disposición final con un manejo adecuado para este tipo de residuo, por ejemplo si elegimos un vertedero los efectos negativos es el deterioro del suelo, la emisión del gas metano que va tomado enlazado con una lixiviación de los componentes y que llegan a afectar las aguas subterráneas, incluyendo las aguas superficiales así como los vectores de contaminación provocando enfermedades, si se elige

la opción de incinerar habrá una emisión de gases de efecto invernadero y partículas contaminantes con alta toxicidad, lo recomendable es no usar pañal desechable y considerar retomar el hábito de hace 15 años que aún se usaban los pañales de tela que no contaminaban debido a su reutilización.

Para el residuo de textil no se tiene ningún tipo de tratamiento en la planta de San Juan La Laguna, solamente se acumulan al ser descargados como residuo inorgánico no reciclable. Las bolsas de frituras tienen un 2% como resultado de la composición física, según el método de cuarteo, esto es generado por la venta de productos de comida chatarra en las tiendas en el casco urbano.

2.6.2 Determinación de la Relación beneficio – costo del sistema de manejo de los residuos sólidos

Relación beneficio – costo

R (b/c) 0.03

Fuente: Elaboración propia

La Relación beneficio – costo el cual nos interesa como resultado, el cual es de 0.03 y para que un proyecto sea viable debe ser mayor que 1, pero en este caso los resultados muestra que los costes son mayores que los beneficios, por lo tanto el proyecto no se debe considerar, más sin embargo el proyecto se encuentra en su proceso activo, como bien se conoce no es de lucro sino es un proyecto municipal que aporta a uno de los servicios ambientales con mayor foco de contaminación, sin una atención como debería el sistema de los residuos sólidos.

2.6.3 Identificación de factores que limitan la calidad del sistema de manejo de los residuos sólidos y establecer acciones para cada factor.

En el cuadro 1 se muestra los factores limitantes identificados.

Cuadro 1 Identificación de factores limitantes.

Factor limitante	Acción
1. Voluntad política	- Empezar el interés de las autoridades por incremento de demandas y monitoreo por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.
2. Sin políticas de gestión	- Asignar un Juez municipal que pueda aprobar las políticas o reglamentos de gestión.
3. Debilidad institucional	- Aumentar la fortaleza de la toma de decisiones.
4. Escasa planificación	- Exigir alto nivel educativo para obtener un cargo y mejorar el trabajo de cada empleado en su respectivo puesto.
5. Escaso proceso de seguimiento y evaluación.	- Demandar mayor respeto de cada proceso.
6. Voluntad a sensibilizar	- Iniciar campaña de sensibilización para todo el municipio.
7. Voluntad ciudadana	- Iniciar unión ciudadana con las autoridades.

8. Crecimiento acelerado de la población.	- Enseñar a manejar los desechos sólidos, así evitando que el crecimiento poblacional afecte aún más el municipio.
9. Voluntad de los trabajadores	- Incentivar el valor al trabajo y la importancia del manejo adecuado de los desechos sólidos.
10. Falta de capacitaciones	- Iniciar charlas a los trabajadores para actualizar sus conocimientos.
11. Falta de disponibilidad de espacio para disposición final	- Reducción de desechos sólidos, y ampliación de área para disposición final.
12. Plan de manejo de desechos sólidos	- Implementación de manejo para los desechos sólidos.
13. Exclusión de aldeas	- Gestionar financiamiento para trenes de aseo y mantenimiento para incluir a las aldeas del municipio.
14. Lugar digno de trabajo	- Gestionar agua, artículos de limpieza e higiene personal, artículos de necesidad básica para lugar de trabajo a los empleados de tren de aseo y planta de tratamiento.

15. Equipo no digno a trabajadores de planta de tratamiento y tren de aseo.	- Adquirir y forzar el uso de equipo de protección para los trabajadores.
16. Calles angostas para que los dos trenes de aseo trabajen de forma equitativa.	- Gestionar trenes de aseo que tengan acceso a todas las calles.
17. Aumento de trenes de aseo y financiamiento para incluir a las aldeas del municipio.	- Gestión financiera para aumentar el número de trenes de aseo, incluyendo a las aldeas en el servicio de los desechos sólidos, así mismo el mantenimiento y combustible de este.

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro anterior se muestra una correlación de factores la eficiencia del sistema de manejo de los desechos sólidos, y se encuentra la voluntad política como inicio, debido a que a las autoridades les es indiferente la situación del municipio en el aspecto del ambiente, aunque la municipalidad de San Juan La Laguna cuenta con una Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), no hay una persona asignada directamente a los desechos sólidos.

Con los proyectos de ambiente no hay una atención comparando a los proyectos de obra gris, debido que eso les ayuda en su campaña político para las siguientes elecciones, de hecho para la toma de decisiones que debe tomar en cuenta a los concejales y alcalde municipal, según ellos hay que preocuparse en lo mal que les hará cuando sea una año de elecciones, y buscan consentir a los pobladores y no dañar su reputación, evitan exigir las obligaciones de los habitantes más aun cuando se trata del cuidado del ambiente, por ser un casco urbano alejado de las aldeas todos se conocen y por las relaciones personales no cumplen su trabajo.

Como institución la municipalidad de San Juan La Laguna cuenta con una gran debilidad como autoridad para los trabajadores y pobladores, por lo tanto su desempeño no se refleja en ningún año de posesión, lamentablemente las situaciones políticas llegan a afectar cualquier cambio positivo que se desea lograr. La voluntad ciudadana en este municipio es escasa, la población no tiene el interés de participar o trabajar en conjunto con la municipalidad, menos en temas donde se debe hacer un cambio en el hábito cotidiano, la rivalidad entre los mismos pobladores hace crecer la indiferencia hacia la madre naturaleza o cualquier acción por mejorar el municipio. Para ellos los desechos sólidos es un problema que la municipalidad debe solucionar.

La voluntad para sensibilizar a los pobladores a los que se les brinda el servicio de los desechos sólidos es nula por el lado de las autoridades y por el lado de la ciudadanía, aun no conocen o no desean ver el nivel de contaminación que se causa a uno de los lagos más importantes de Guatemala sin un manejo adecuado de los desechos sólidos, al contar y cumplir con un sistema de desechos sólidos eficiente, aunque en ocasiones se culpe a la falta de educación de algunos de los pobladores debido a que ellos depositan la basura en sus terrenos, no cumplen con el pago ni la hora correspondiente al sistema de recolección de la basura, causando un desequilibrio en su relación beneficio costo, una contaminación visual mientras y durante que llegue el servicio a cumplir con las rutas de tren de aseo.

Si se habla de la voluntad de trabajadores dentro del sistema de los desechos sólidos, es la misma al interés que tiene la municipalidad por mejorar este sistema, nula en aspectos generales, solamente buscan cumplir con su horario de trabajo sin proponer alternativas de mejoras, no están dispuestos a colaborar en un cambio.

Debido al crecimiento de población se ve afectado el crecimiento de generación de desechos sólidos, y sin lugar de disposición final por falta de disponibilidad de espacio en la planta de tratamiento de los desechos sólidos ubicado en este municipio, lo cual está provocando destrucción mayor en dichas instalaciones, mayor acumulación de desechos sin ningún tipo de manejo, incendios por la expulsión de gases, vectores contaminantes que pueden llegar a afectar a corto, mediano y largo plazo a los trabajadores, estas personas no cuentan con un equipo de protección y la municipalidad tampoco les cubre las necesidades básicas en dicha infraestructura, el sueldo es denigrante para los que están de

encargados y a los trabajadores temporales, no existe un responsable en velar por la seguridad y salud de estos empleados.

Los efectos inmediatos a la salud producidos por estos contaminantes son ardor en los ojos, irritación de las vías respiratorias y exacerbación del asma, entre otros.

Existen también efectos causados en el mediano y el largo plazo, como el enfisema pulmonar, el cáncer, la disrupción endocrina, espina bífida, estas últimas causadas por las dioxinas y los furanos, que son las sustancias más tóxicas que existen en el planeta, y que se forman durante la combustión de residuos orgánicos.

Con el factor de limitante de las calles angostas el cual dificulta el ingreso de uno de los trenes de aseo, y la capacidad de carga que este brinda entonces comparado con el otro tren de aseo, aumenta el consumo de combustible, el tiempo de trabajo y la optimización de manejo de los desechos sólidos dentro del tren de aseo y su disposición final.

Por lo tanto una acción es gestionar de forma financiera trenes de aseo que se adecua a las necesidades y las limitaciones del municipio, así mismo es necesario y debe haber una inclusión de las aldeas del municipio de San Juan La Laguna, para que el sistema de manejo de los desechos sólidos se cumpla como tal, y el municipio no solo se basa ni se sostiene del casco urbano.

Se debe considerar la implementación del plan de manejo de desechos sólidos formulado para la necesidad del municipio y el espacio de disposición final, sin esta acción la dificultad de manejar los desechos sólidos sigue en crecimiento y complicara cualquier gestión de rescate para la planta de tratamiento.

2.7 CONCLUSIONES

1. De la composición física de los residuos sólidos, los orgánicos fueron de mayor predominación y son importantes porque se pueden reutilizar en este caso como abono orgánico, y los inorgánicos tienen un treinta por ciento menor que los residuos orgánicos, pero no cuentan con un tratamiento o disposición final adecuada por lo que los efectos al descomponerse son de mayor grado de contaminación.
2. La relación beneficio costo del sistema de manejo de los residuos sólidos es de 0.03, al ser un proyecto municipal que presta un servicio ambiental es considerado un buen resultado, pero hay que accionar para optimizar y buscar un mejor retorno económico y aumentar la relación beneficio costo.
3. El factor más importante que limita el buen desempeño de la municipalidad es la vulnerabilidad institucional del gobierno municipal, la planificación, falta de evaluación y seguimiento a las gestiones municipales con enfoque ambiental, y la ausencia de programas de educación ambiental.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Cumplir el modelo a seguir del sistema de manejo de los desechos sólidos, motivar a los trabajadores debido a cierto rechazo por los demás vecinos, mejorar el aprovechamiento de los residuos orgánicos y los reciclables, también la implementación de plan de manejo de los desechos sólidos y la propuesta a convenir según la institución de los trenes de aseo y su respectiva recolección que es base fundamental en el cumplimiento del sistema. Formular programas de educación ambiental con enfoque de los desechos y su respectiva sensibilización.

2. Con el cumplimiento de cada proceso del sistema de manejo de los desechos sólidos, mejorara la relación beneficio costo de la inversión del sistema. contratación de personal capacitado en la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), para solucionar los problemas ambientales reales de este municipio, en conjunto con el concejal encargado específicamente del Ambiente, el compromiso del alcalde y trabajadores para que los cambios, proyectos y peticiones de la UGAM se cumplan.

3. Inclusión comunitaria para que haya una participación activa así como una comunicación personalizada. Por la separación política en el casco urbano existen desechos esparcidos en las calles y terrenos abandonados, en la carencia de dispositivos para colocar la basura que manejan en la calle los peatones, y en la falta de lugares adecuados para la disposición final. Hay que indicar por cumplir cada acción y eliminar cada factor que limita una calidad eficiente de cada proceso del sistema de manejo de los desechos sólidos.

4. El abono orgánico que producen en la planta de tratamiento aumentaría los ingresos con el manejo correspondiente.

5. El residuo PET es reciclable por lo tanto se recomienda seguir con su separación y venta del mismo, y así generar un ingreso aunque este sea poco, también se puede utilizar de manera artesanal al usar la creatividad.

6. Vincular las acciones que se realizan con las actividades de Autoridad para el Manejo Sustentable en la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE).

7. Hacer campañas de sensibilización para dejar de vender y de utilizar los pañales desechables dentro del municipio, por el impacto negativo y falta de tratamiento para este residuo.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. AMSCLAE. (s.f.) *AMSCLAE, Autoridad del Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su Entorno*. Obtenido de: Autoridad del Manejo Sustentable de la Cuenca del lago de Atitlán y su Entorno: [www.amsclae.gob.gt: http://amsclae.gob.gt/quienes-somos](http://amsclae.gob.gt/quienes-somos)
2. André, F., & Cerdá, E. (8 de Octubre de 2010). *Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas*. Obtenido de Revistas de Información Económica: http://www.revistasice.com/CachePDF/CICE_71_71-92_FA00FDA9C7B35ADD65DF5956EDC31464.pdf
3. Aquino Bailón, D. K. (2012). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en los caseríos de Pumahausi, Antonio Raymondi y pendencia del distrito de Daniel Alomia Robles. (Tesis Ing. Amb.)*. Tingo-Maria, Perú, Universidad Nacional Agraria y Selva, Ingeniera Ambiental. 85 p.
4. Barradas Rebolledo, A. (20 de marzo de 2009). *Gestión integral de residuos sólidos municipales*. Obtenido de Biblioteca Universitaria Politecnica: http://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf
5. Bonmatí, A., & Gabarrell, X. (3 de Marzo de 2008). *Conceptos generales sobre residuos*. Obtenido de Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales: http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/LibroRiesgos/08_Cap%C3%ADtulo7.pdf

6. CONAP. (Mes de 2007). *Plan maestro de la reserva de usos múltiples cuenca del lago de Atitlán*. Obtenido de Consejo Nacional de Áreas Protegidas: conap.gob.gt: <file:///C:/Users/Drums/Downloads/plan-maestro%20c%20atitlan.pdf>
7. Fernández Sandoval, I. Y. (20 de Agosto de 2012). *Diseño y factibilidad de relleno sanitario, manual para el municipio de La Libertad, departamento de La Libertad*. Obtenido de Universidad de El Salvador, Sistema Bibliotecario: <http://ri.ues.edu.sv/202/1/10136390.pdf>
8. Instituto del Medio Ambiente Gylania. (15 de Mayo de 2001). *Manual para funcionarios municipales*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental: http://www.sinia.cl/1292/articles-13192_doc_manual.pdf
9. Jaramillo, J. (3 de junio de 1999). *Gestión integral de residuo sólidos municipales*. Obtenido de Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf>
10. López Recinos, S. A. (8 de Octubre de 2010). *Gestión de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Santiago Sacatepequez, Sacatepéquez*. (Tesis Ing. Civil). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 206 p. Obtenido de Biblioteca Central Universidad de San Carlos de Guatemala: www.biblioteca.usac.edu.gt
11. Mancomunidad Tzolojya, GT., Helvetas Guatemala. (15 de Junio de 2013). *Yo quiero mi municipio limpio*. Obtenido de Helvetas Guatemala: http://assets.helvetas.org/downloads/13_bifoliar_manctzolojya_sedula_guatemala_vr_ev_vf_1115.pdf

12. MARN. (2005). *Política nacional para el manejo integral de los desechos sólidos, acuerdo gubernativo no. 111-2005*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 28 p.
13. Montepeque de Carranza, L. A. (4 de Octubre de 2010). *Estrategia comunicacional para el manejo de residuos sólidos (Caso Mancomunidad La Laguna)*. (Tesis Licda. CC. Com.). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 77 p. Obtenido de Biblioteca central usac: www.biblioteca.usac.edu.gt
14. ONU, Comisión de Desarrollo Sostenible. (9 de Noviembre de 2009). *Informe nacional sobre desarrollo sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni/ni_pdfs/NationalReports/guatemala/full_text.pdf
15. ONUDI. (20 de Abril de 2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial: https://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf
16. Ponte de Chacín, C. (8 de Abril de 2008). *Manejo integrado de residuos sólidos, programa de reciclaje*. Obtenido de Scientific Electronic Library Online: <http://www.scielo.org.ve/pdf/ri/v32n63/art10.pdf>
17. REDRRSS. (8 de abril de 2012). *Guía metodológica para desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales*. Obtenido de Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos: <http://www.redrrss.pe/material/20150302182233.pdf>

18. Rodríguez, M. (30 de Abril de 2015). Presentan antejuicios por contaminación. *La Hora, Guatemala, abril 30.*
19. Sáenz, É. (21 de Agosto de 2015). Alerta por cianobacteria en lago de Atitlán. *Prensa Libre, Guatemala, agosto 21.*
20. Santa Cruz López, G. D. (15 de Marzo de 2008). *Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de café)*. (Tesis Cont. Púb. y Audit.). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 126 p. Obtenido de Biblioteca Central: www.biblioteca.usac.edu.gt
21. SEDESOL. (8 de abril de 2010). *Manual técnico sobre generación recolección y transferencia de residuos sólidos*. Obtenido de Secretaria de Desarrollo Social de México: http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf
22. Sepulveda, F. (24 de abril de 2010). *Manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos derivados de la actividad agropecuaria en el valle de Azapa, en la region de Arica, Parinacota*. Obtenido de Centro de Investigacion Agropecuaria del Desierto y Altiplano: http://platina.inia.cl/ururi/docs/proyecto7/seminario_1/c_FabiolaSepulveda.pdf
23. Ticona Alarcon, C. K. (25 de marzo de 2012). *Diagnóstico del sistema de recolección de residuos sólidos en la zona urbana de la ciudad de Huaraz, provincia de Huaraz, región Ancash*. Obtenido de Universidad Agraria de la Selva: http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/DIAGNOSTICO%20DEL%20SISTEMA%20DE%20RECOLECCION%20DE%20RESI

DUOS%20SOLIDOS%20EN%20LA%20ZONA%20URBANA%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20HUARAZ.pdf

24. UNICEF. (03 de Junio de 2013). *participacion ciudadana y gestion integral de residuos*. Obtenido de UNICEF Argentina: www.unicef.org/argentina/spanish/ecoclubesbajaweb.pdf
25. Valverde, M. (8 de abril de 2010). *Desechos sólidos*. Obtenido de programa institucional de gestión ambiental: www.progai.ucr.ac.cr
26. Vásquez Ventura, G. L. (10 de Noviembre de 2004). *Diagnostico general de saneamiento básico con especial enfoque en el manejo de desechos sólidos para la cabecera y las comunidades de Chuacruz y Las Minas del municipio de San José Chacayá*. Obtenido de Biblioteca central usac: www.biblioteca.usac.edu.gt

CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN MUNICIPAL DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

3.1 PRESENTACIÓN

Como parte de las actividades a realizar en la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de San Juan La Laguna, Sololá, se asignó la elaboración de servicios entre los más importantes a mencionar son:

- ❖ Propuestas de rutas de tren de aseo en el casco urbano del Municipio de San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala.
- ❖ Formulación de plan de manejo de los desechos sólidos.
- ❖ Ampliar conocimiento en la gestión ambiental a profesores del casco urbano con enfoque en el manejo de los desechos sólidos.

Los cuales están enfocados en los desechos sólidos por la necesidad de priorizar el tema, esto debido a las exigencias del Ministerio Público y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, esto por la desorganización de todo el sistema de manejo de los desechos sólidos del cual el municipio se encontraba.

3.1.2 SERVICIO 1: Propuestas de rutas de tren de aseo en el casco urbano del Municipio de San Juan La Laguna, Sololá, Guatemala

3.1.2.1 OBJETIVOS

3.1.2.1.1 Objetivo General

Establecer una propuesta de rutas de recolección de basura, con la contribución de los pobladores y mejorando la situación actual de los desechos sólidos en el casco urbano, del municipio de san Juan La Laguna.

3.1.2.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Mejorar el manejo de los desechos sólidos.

- ❖ Buscar una mejor relación beneficio – costo.

- ❖ Reconocer el tren de aseo como buena herramienta para conservar nuestros servicios ambientales.

3.1.3 METODOLOGÍA

3.1.3.1 Fase de gabinete

Con el apoyo de la dirección financiera de la municipalidad, se obtuvo la información de los egresos con respecto al manejo de los desechos sólidos.

Se solicitó información del ingreso por el servicio de la recolección de la basura.

1. Se recopiló información sobre los precios de los contenedores.
2. Formulación de las propuestas.

3.1.3.2 Fase de campo

1. Se realizó entrevistas a los sectores del casco urbano.
2. Se hizo un recorrido con los trenes de aseo para conocer qué sectores son los visitados por cada uno, esto por dos semanas seguidas.
3. Establecimiento de las nuevas rutas en mapas en Autocad.

3.1.4 RESULTADOS

Se formula las propuestas de rutas de los trenes de aseo en el casco urbano del municipio de San Juan La Laguna, el cual dependerá su implementación de la voluntad política por parte de las autoridades actuales y de las que ingresaran en el año 2016.

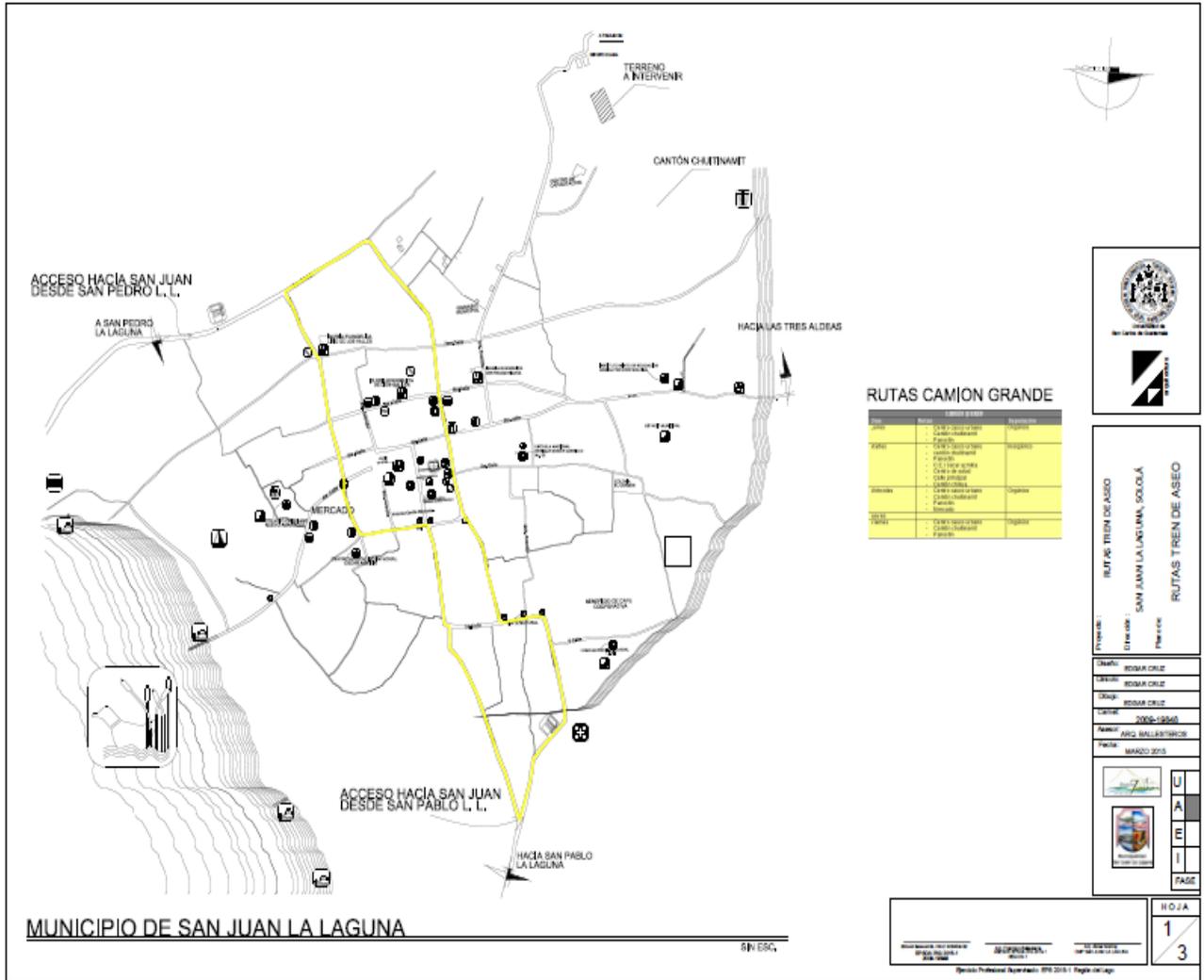


Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Propuestas para tren de aseo

En la propuesta se observa los mapas de las rutas, la primera se basa en la implementación de contenedores y la segunda en la recolección separando orgánico e inorgánico, incluyendo la relación beneficio – costo y las ventajas y desventajas.

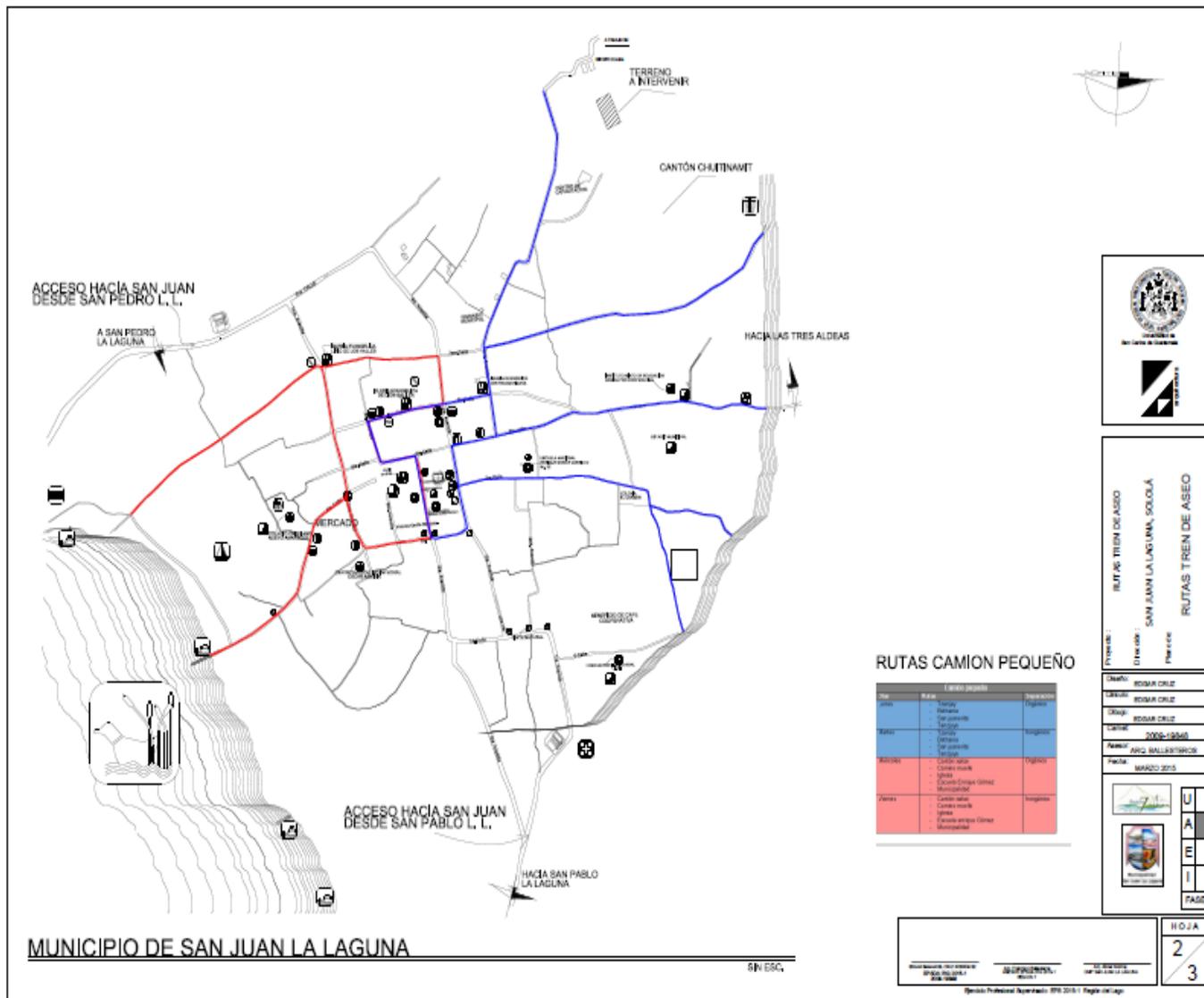
PROPUESTA 1



Fuente: Elaboración propia, con el apoyo del epesista Edgar Cruz (Realización de mapa en Autocad).

Figura 14 Mapa de recorrido de contenedores

PROPUESTA 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Mapa recorrido camión pequeño

3.1.5 CONCLUSIONES

1. Se formuló una propuesta de recolección de basura, para establecerlo dentro del casco urbano del municipio de San Juan La Laguna, se iniciara su implementación cuando el concejo y el señor Alcalde tomen una decisión positiva con respecto a la información de las propuestas.
2. Al implementar una de estas propuestas el manejo de los desechos sólidos en la planta de tratamiento es de mayor eficiencia, y con una práctica que los recursos, el tiempo y su manejo serán optimizados.
3. Se identificara el tren de aseo como una herramienta importante para cumplir con los servicios requeridos, la necesidad de un transporte para la recolección, así como la disposición final de los mismos.

3.2 SERVICIO 2: Formulación de plan de manejo de desechos sólidos

3.2.1 OBJETIVOS

3.2.1.1. Objetivo general

- ❖ Establecer un manejo adecuado de residuos sólidos generados en el casco urbano.

3.2.1.2 Objetivo Especifico

- ❖ Implementar el plan de manejo de desechos sólidos.
- ❖ Mejorar la separación de los desechos sólidos desde su origen.
- ❖ Incentivar la participación ciudadana.
- ❖ Mejorar y alargar la vida útil de las instalaciones de la planta de tratamiento.
- ❖ Identificar la composición física de los desechos sólidos que ingresan a la planta de tratamiento.

3.2.2 METODOLOGÍA

3.2.2.1 Fase de gabinete

1. Recopilación en la planta de tratamiento del manejo actual de los desechos sólidos.
2. Recopilación de revisión bibliográfica.

3.2.2.2 Fase de campo

1. Método de cuarteo en la planta de tratamiento.
2. Entrevistas a los trabajadores en el área de desechos sólidos.

3.2.3 RESULTADOS

Se formuló el plan de manejo de los desechos sólidos para la planta de tratamiento de los mismos en el municipio de San Juan La Laguna.



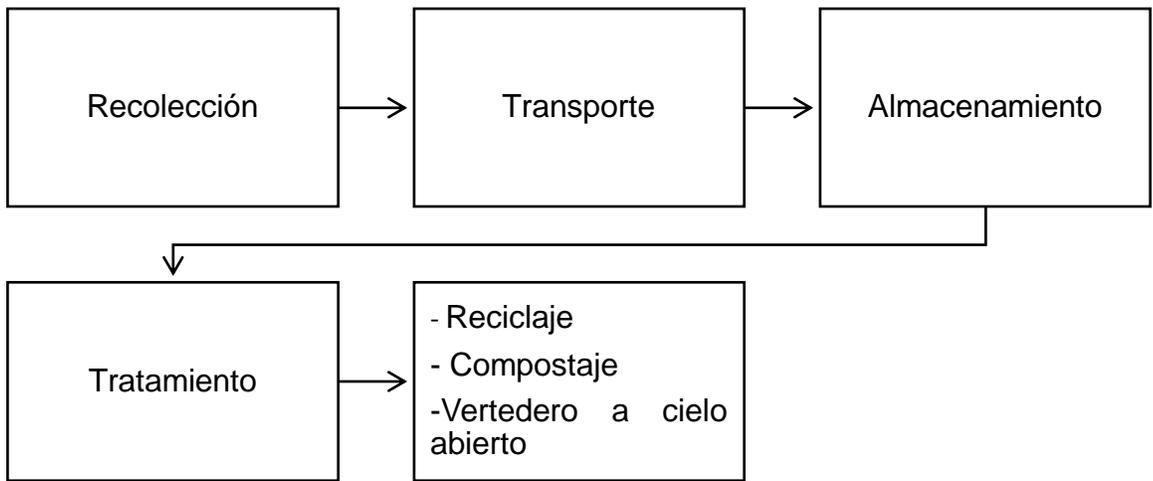
Fuente: Elaboración propia

Figura 17 Plan de manejo de desechos sólidos, planta de tratamiento San Juan La Laguna.

A continuación se muestra un pequeño resumen de los principales componentes del plan de manejo de los desechos sólidos, para el casco urbano del municipio de San Juan La Laguna.

1. Marco teórico

2. Manejo desechos sólidos en la planta de tratamiento en el año 2015



3. Manejo interno de la planta de tratamiento 2015



4. Clasificación de los residuos sólidos urbanos en la planta de tratamiento 2015

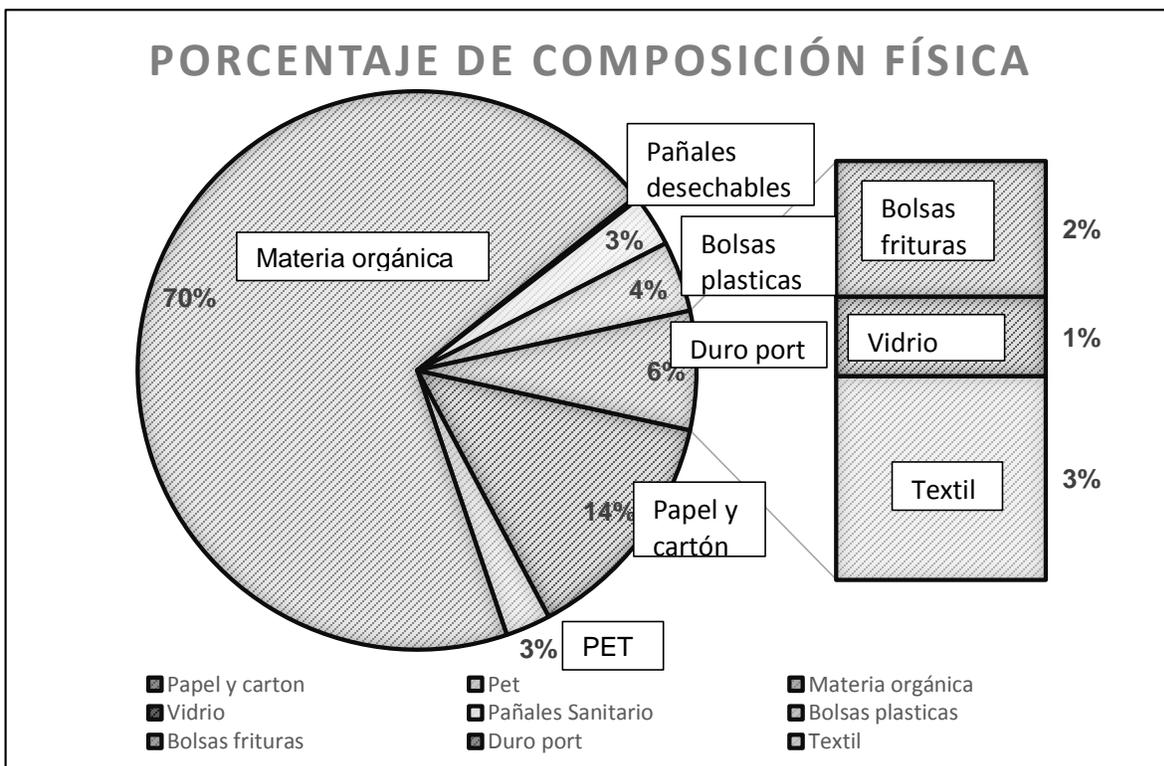
4.1 Orgánicos



4.2 Reciclables



5. Composición física de los desechos que ingresan a la planta de tratamiento 2015



6. Marco legal

7. Técnicas de manejo de los desechos sólidos

8. Educación ambiental

9. Monitoreo

10. Transporte

11. Recolección

12. Almacenamiento

13. Tratamiento y /o disposición final

14. Organigrama para la planta de tratamiento

3.2.4 CONCLUSIONES

- ❖ Se establece una serie de aspectos que se debe considerar para que el plan de manejo para los desechos sólidos se implemente y funcione adecuándose a las necesidades y la generación en el casco urbano del municipio de San Juan La Laguna.
- ❖ Se necesita implementar las nuevas rutas de separación con los trenes de aseo, para que se inicie con el plan de manejo de los desechos sólidos.
- ❖ Al implementar las propuestas de separación y obtener la participación ciudadana, habrá una separación exitosa desde cada vivienda.
- ❖ La participación ciudadana es importante incentivarla, pero antes se debe concientizar y sensibilizar para lograr una participación al 100%.
- ❖ La UGAM debe ser y será la encargada de gestionar los talleres de educación ambiental siendo estos actualizados y constantes, tanto en las escuelas como en los cantones, con énfasis en desechos sólidos.
- ❖ Con el proyecto de disposición final de los desechos inorgánicos no reciclables y el establecer el plan de manejo, para lograr extender la vida útil de las instalaciones de la planta de tratamiento.
- ❖ Con el apoyo de los trabajadores de la planta de tratamiento y uno de los encargados de los desechos sólidos en la UGAM, se logra desarrollar un método de cuarteo para identificar la composición física de los desechos sólidos que ingresan a la planta de tratamiento.

3.3 SERVICIO 3: Ampliar conocimiento en la gestión ambiental a profesores del casco urbano con enfoque en el manejo de los desechos sólidos

3.3.1 OBJETIVOS

3.3.1.1 Objetivo general

- ❖ Implementar una instrucción al ampliar el conocimiento en la gestión ambiental con enfoque en los desechos sólidos, a los profesores del casco urbano de San Juan La Laguna.

3.3.1.2 Objetivo específico

- ❖ Concientizar a los pobladores del casco urbano del municipio de San Juan La Laguna a través de los educadores de nivel primario, secundario y diversificado, que incluye a trabajadores de la municipalidad.

3.3.2 METODOLOGÍA

3.3.2.1 Fase de gabinete

1. Gestión con la supervisora de educación para la coordinación con los establecimientos del casco urbano.
2. Recopilación de información secundaria sobre el tema de educación ambiental, los desechos sólidos, su degradación, el efecto negativo al ambiente sin un manejo, reciclaje artístico etc.
3. Exposición del contenido en cada establecimiento educativo asignada.

3.3.3 RESULTADOS

Esta información se transmitió a los profesores de los establecimientos y a trabajadores de la municipalidad. La cual se buscó hacerla de forma participativa, con videos para sensibilizar, y opiniones o comentarios de los asistentes.

Cuadro 3 Establecimientos participantes

Establecimiento	No. participantes
Nuevo Amanecer	9
Escuela Oficial Rural Mixta San Juanerita	14
Colegio La Salle	15
Enrique Gómez Carrillo Vespertina	18
Enrique Gómez Carrillo Matutina	23
INED	10
IMEB	7
Municipalidad de San Juan La Laguna	80

Fuente: Elaboración propia

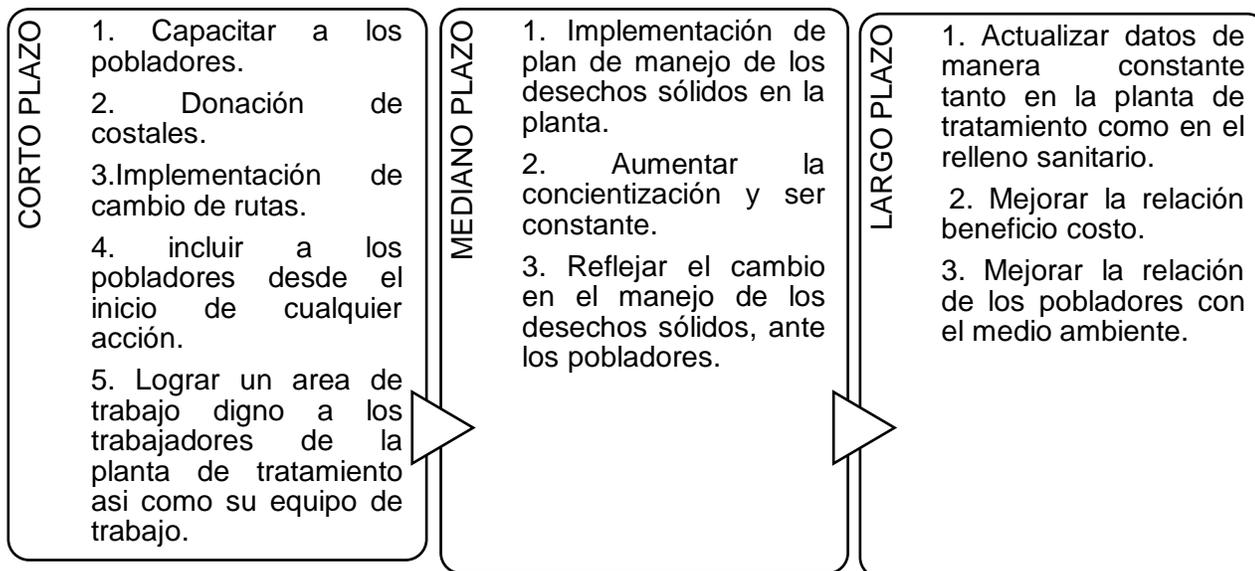
3.3.4 CONCLUSIÓN

1. Se implementó la instrucción a los establecimientos con éxito, fue bien recibido el tema por la necesidad que tiene el tema de los desechos sólidos, por el efecto negativo que le causa a la cuenca del lago de Atitlán.

3.3 .5 RECOMENDACIÓN

- ❖ Que la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) sea Independiente de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), que haya una persona encargada específicamente para los Desechos Sólidos del municipio.
- ❖ Capacitar de forma constante a todos los trabajadores del sistema de manejo de los residuos sólidos, así mismo brindar un área digna de trabajo, como la vestimenta adecuada y que se tome en cuenta las necesidades básicas de los mismos, esto por ser un área de riesgo debido al contacto con residuos de todo tipo.
- ❖ Obtener una organización completa optimizando tiempo y recursos económicos al buscar implementar la propuesta de trenes de aseo así como el plan de manejo de los desechos sólidos en la planta de tratamiento, para la cual fue formulado.
- ❖ Con respecto a la Educación Ambiental si la UGAM no tiene alguien capacitado para brindar este tipo de tema con enfoque de los desechos sólidos, se haga una gestión con AMSCLAE u otro tipo de organizaciones no gubernamentales, con enfoque y preocupación por el deterioro del lago de Atitlán por la falta de concientización y aumento de contaminación por parte de todos los habitantes de los municipios que rodean dicha cuenca.

3.3.6 RUTA DE ACCIÓN



Fuente: Elaboración propia

3.3.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Germa´bel. (2006). Gasto municipal por el servicio de residuos sólidos urbanos. *Revista de Economía Aplicada*, 5-32. Obtenido de Universidad de Barcelona.
2. Dixon, N., Jiménez, J. A., Northon, B., Torrez, T., & López, R. (Marzo de 2012). *Pimera propuesta técnica del plan municipal para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos de Puerto Cabezas*. Obtenido de Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA): http://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/35_realizados_03.pdf
3. González Bozo, L. (2013). *Plan de manejo de residuos sólidos*. Obtenido de Centro Científico Tropical / Reserva Biologica Bosque Nuboso Monteverde Costa Rica: http://www.reservamonteverde.com/pdfs/plan_de_manejo_de_desechos_solidos_revisado.pdf
4. Hondupalma; SNV. (2011). *Manejo de residuos sólidos: una guía para socios y personal*. Honduras: Comunica.
5. Ramírez, J., Marín, C., Burbano, F., Obando, D., & Melo, C. (2010). *Guía metodológica de costos y tarifas: para el servicio público de aseo*. Obtenido de Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA): <http://cra.gov.co/apc-aa-files/32383933383036613231636236623336/guia1.pdf>
6. Rivera, C. (2013). *Caracterización de residuos sólidos urbanos potencialmente valorizables en Naucalpan de Juárez, Estado de México*. Obtenido de Red Iberoamericana en Gestión y Aprovechamiento de Residuos: <http://www.redisa.uji.es/artSim2013/CaracterizacionDeResiduosSolidos/Caracterizacion%20RSU%20Mexico.pdf>
7. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. (1985). *Protección al ambiente, contaminación del suelo, residuos sólidos municipales, muestreo, metodo de cuarteo*. Obtenido de FAO:

https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwj0ppDine_HAhXLWogKHTlrB1s&url=http%3A%2F%2Ffaolex.fao.org%2Fdocs%2Ftexts%2Fmex51974.doc&usg=AFQjCNHT32cOk6SSlublXHoewXAr6T-FVg&bvm=bv.102537793,d.cGU

8. Universidad Rafael Landivar, Instituto de Incidencia Ambiental. (2004). *Perfil ambiental de Guatemala, informe sobre el estado del ambiente y base para su evaluación sistemática*. Obtenido de IARNA: http://www.infoiarna.org.gt/dmdocuments/1_pu_pro_per_04-Perfam_00%20-%20Creditos.pdf