

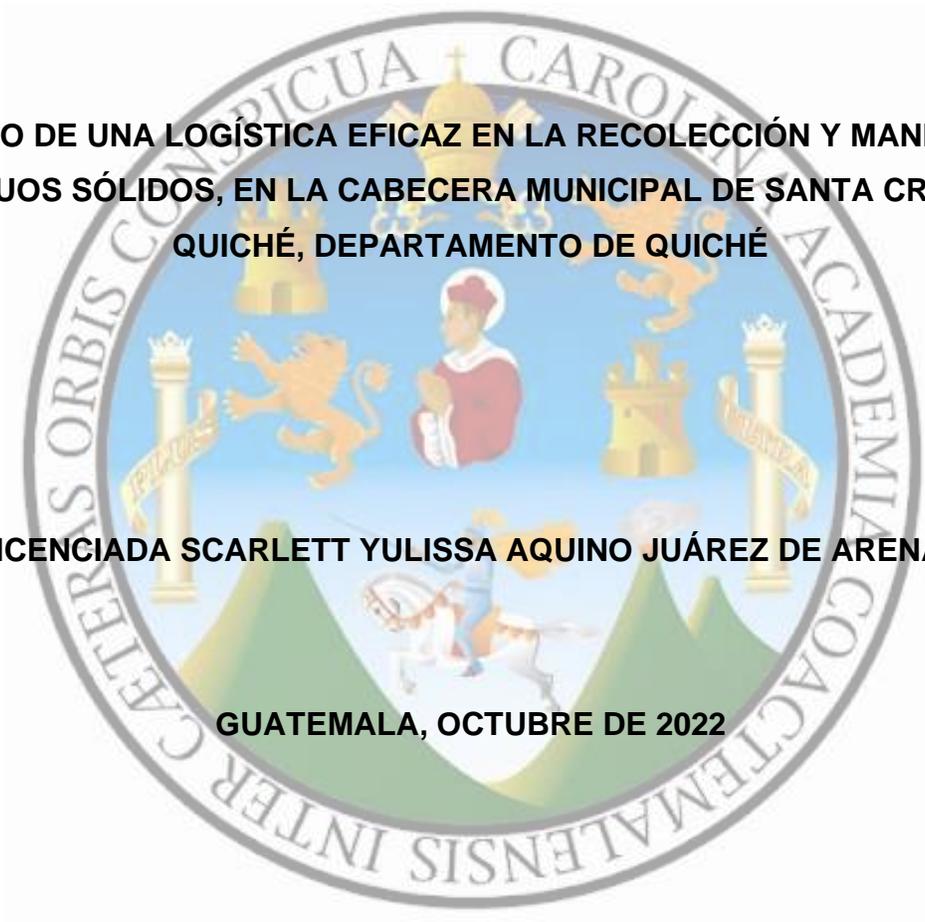
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS



**DISEÑO DE UNA LOGÍSTICA EFICAZ EN LA RECOLECCIÓN Y MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DEL
QUICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

LICENCIADA SCARLETT YULISSA AQUINO JUÁREZ DE ARENAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS



**DISEÑO DE UNA LOGÍSTICA EFICAZ EN LA RECOLECCIÓN Y MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DEL
QUICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el "Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

AUTOR: LICDA. SCARLETT YULISSA AQUINO JUÁREZ DE ARENAS

DOCENTE: LICDA. M.Sc. ROSA FERDINANDA SOLÍS MONROY

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I: Doctor Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal II: MSc. Haydee Grajeda Medrano
Vocal III: Vacante
Vocal IV: P.A.E. Olga Daniela Letona Escobar
Vocal V: P.C. Henry Omar López Ramírez

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE
GRADUACIÓN

Coordinador: M.Sc. Dora Aracely Vivas Pérez
Evaluador: M.Sc. Mario Alejandro Arriaza Salazar
Evaluador: M.Sc. Paulo Augusto Garrido Grijalva

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

YO: Scarlett Yulissa Aquino Juárez de Arenas, con número de CARNÉ: 9730940

Declaro que como autor, soy el único responsable de la originalidad, validez científica de las doctrinas y opiniones expresadas en el presente Trabajo Profesional de Graduación, de acuerdo al artículo 17 del Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para Optar al Grado Académico de Maestro en Artes.

Autor:

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be the name of the author, Scarlett Yulissa Aquino Juárez de Arenas.



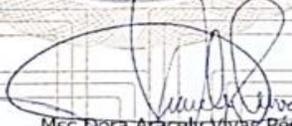
ACTA No. MFEP-FS-A-19-2022

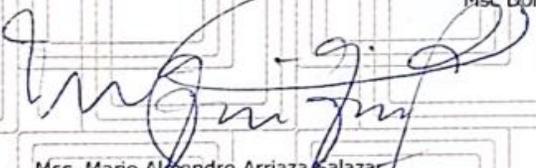
ACTA/EP No. 3122

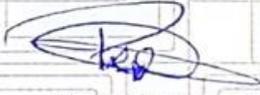
De acuerdo al estado de emergencia nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el campus central de la Universidad, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros de la terna designada, el sábado 15 de octubre de 2022, a las 15:00 horas para evaluar la presentación del informe final del **TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN II** de la **Licenciada Scarlett Yulissa Aquino Juárez de Arenas**, carné No **9730940**, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Artes. La presentación se realizó de acuerdo con el Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para optar al grado académico de Maestro en Artes, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

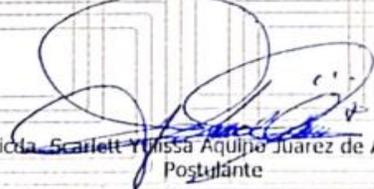
Cada integrante de la terna evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional de la presentación final realizada por el sustentante, denominado: **"DISEÑO DE UNA LOGÍSTICA EFICAZ EN LA RECOLECCIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ."**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. La presentación del Trabajo Profesional de Graduación fue calificada con una nota promedio de **20/30 puntos**, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante de la Terna. Luego de calificar la presentación la terna hace las siguientes recomendaciones: que el sustentante incorpore las enmiendas sugeridas dentro de los 5 días calendario siguientes de la fecha de la presentación realizada ante la terna.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los 15 días del mes de octubre del año dos mil veintidós.


Msc. Dora Aracely Vivas Pérez
Coordinador


Msc. Mario Alejandro Arriaza Salazar
Evaluador


Msc. Paulo Augusto Garrido Grijalva
Evaluador


Licda. Scarlett Yulissa Aquino Juárez de Arenas
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADDENDUM

El Docente del Curso Trabajo Profesional de Graduación II Certifica, que la Licda. Aquino Juárez de Arenas, Scarlett Yulissa, Carné 9730940 incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la Terna Evaluadora dentro del plazo estipulado y obtuvo la calificación siguiente:

Punteo	
Zona:	54
Presentación Trabajo Profesional de Graduación II:	20
Nota final:	74

APROBADO

Guatemala 25 de octubre de 2022.

(F) 
MSc. Rosa Ferdinanda Solís Monroy
Docente del Curso Trabajo Profesional de Graduación II

AGRADECIMIENTOS

- AL PADRE ETERNO** Por brindarme la fuerza, por abrir puertas de oportunidades para incrementar mis conocimientos y la salud en todo mi proceso de formación académica y profesional.
- A MI ESPOSO** José Pedro Arenas, por tu amor incondicional, comprensión, paciencia, por todo el gran apoyo y el ánimo que me brindas cada día, por inspirarme a seguir adelante en mis estudios académicos, siempre apoyándome.
- A MI HIJO** José Alberto Arenas, mi motivación, quien me inspira a esforzarme cada día, por su amor, comprensión y ánimo que me brinda para seguir adelante.
- A MIS PADRES** Alberto Aquino y Alicia Juárez de Aquino, por todo el amor, apoyo y consejos para esforzarme a trabajar arduamente y así alcanzar todas mis metas trazadas.
- A MIS HERMANOS** Carlos, Marlon y Cecibelle, por brindarme su ánimo, amor y apoyo en todo momento, por estar allí juntos en cada instante de nuestras vidas.
- A MIS SUEGROS** José Arenas y Libia Urizar, por brindarme todo su apoyo y amor como mis segundos padres, por el ánimo que me brindan cada día a seguir adelante.
- A MIS CUÑADOS** Rafael, Jeannette, Milton, Mylena, Verónica, Jennifer por todo el apoyo y ánimo que me han brindado como hermanos, con mucho cariño y respeto.
- A MIS SOBRINOS** Doris, Carlos, Santiago, Camila, Alessandra, Dayanna, Natalie, Alejandra, Sofía, Daniel, Nicole y Gerardo, por su ánimo a seguir adelante, su amor y cariño que me brindan cada día.
- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS** Dalia Canté, Fabiola Gómez, Luis Chávez, Yohaira Hurtado, Ingrid Ávila, Nery Soc, por su amistad, apoyo, ánimo en todo momento y tengo la oportunidad y bendición de conocerlos.
- A MIS CATEDRÁTICOS** Por su dedicación y profesionalismo en brindarme sus conocimientos para el uso de herramientas necesarias para alcanzar el éxito de mis estudios académicos.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** Por abrir las puertas en esta gran casa de estudios, en donde se me permitió formarme académicamente.

CONTENIDO

Páginas

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN	III
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Antecedentes del sector público, especializado en materia ambiental, de bienes y servicios naturales	2
1.1.1. Reseña histórica de los residuos y desechos sólidos en Guatemala	3
1.1.2. Vertederos en Guatemala	5
1.1.3. Base legal	6
1.2. Antecedentes de entidades recolectoras	9
1.3. Antecedentes de la logística realizada por las entidades recolectoras	9
1.4. Antecedentes de estudios relacionados al manejo de residuos y desechos sólidos	10
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Formulación de proyectos	16
2.1.1. Clasificación de proyectos	16
2.1.2. Estudio de mercadeo para un proyecto	17
2.2. Caracterización de los residuos y desechos sólidos	19
2.2.1. Clasificación primaria	21
2.2.2. Clasificación secundaria	22
2.3. Clasificación en el manejo de residuos sólidos	26
2.3.1. Manejo inadecuado	27
2.4. Lugares para disposición final de los residuos y desechos	28
2.4.1. Basureros	28
2.4.2. Basureros clandestinos	28
2.4.3. Relleno sanitario	29
2.5. Logística	29
2.5.1. Logística en la recolección de los residuos y desechos sólidos	29
2.5.2. Variables primordiales en la logística de recolección de los residuos y desechos sólidos	30
2.5.3. Métodos de recolección en los trenes de aseo	31

3. METODOLOGÍA	33
3.1. Definición del problema	33
3.2. Delimitación del problema	34
3.2.1. Unidad de análisis	34
3.2.2. Pérido a investigar	34
3.2.3. Ámbito geográfico	35
3.3. Objetivos	35
3.3.1. Objetivo general	35
3.3.2. Objetivos específicos.....	35
3.4. Justificación.....	35
3.5. Método científico	36
3.5.1 Fase indagadora	37
3.5.2 Fase demostrativa	38
3.5.3 Fase expositiva	38
3.6. Tecnicas de investigación aplicadas.....	38
3.6.1. Técnicas de investigación documental	38
3.6.2. Técnicas de investigación de campo	39
3.6.3. Técnicas de muestreo	40
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
4.1. Elaboración, análisis y evaluación del estudio de mercado sobre los residuos y . desechos sólidos generados en Santa Cruz del Quiché	44
4.1.1. Estimación de la oferta	44
4.1.2. Estimación de la demanda	59
4.1.3. Producción per cápita de desechos y residuos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché	71
4.1.4. Estimación de la demanda insatisfecha.....	74
4.1.5. Estimación de la demanda atendida.....	76
4.1.6. Determinación del punto de equilibrio.....	77
4.1.7. Evaluación de la oferta y la demanda.....	82
4.1.8. Tarifa	82
4.2. Análisis del servicio, por parte de las entidades recolectoras al realizar los trenes de aseo, en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché	83
4.2.1. Diseño de boleta para control de la capacidad ocupada en los camiones	90

4.3. Análisis de rutas en la gestión y manejo de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché	90
4.3.1. Almacenamiento.....	91
4.3.2. Recolección.....	91
4.3.3. Procesamiento y aprovechamiento.....	96
4.3.4. Transporte.....	97
4.3.5. Disposición Final	98
4.3.6. Métodos de recolección de residuos y desechos.....	98
4.3.7. Modelo para evaluación de rutas en la recolección de desechos y residuos sólidos	101
4.3.8. Ventaja en el nuevo modelo de ruta	108
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS.....	118
ÍNDICE DE TABLAS.....	145
ÍNDICE DE FIGURAS	147

RESUMEN

En la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché ha existido la problemática del manejo de los residuos y desechos sólidos como en diferentes lugares a nivel nacional, debido a esto, en las últimas décadas las autoridades municipales han tomado diferentes medidas concernientes al tema para realizar el correcto manejo de residuos y desechos sólidos en el casco urbano.

Actualmente, las actividades de los trenes de aseo para atender a los domicilios de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, está a cargo de tres empresas privadas que realizan las recolecciones en las seis zonas urbanas, de lunes a sábado y cada una de ellas diseñan y realizan la logística de recolección aplicadas a las necesidades de los sectores o zonas asignadas por la municipalidad, el mapeo de las áreas sufren variaciones que se presentan por clientes que ya no continúan con el servicio de las empresas o porque se incrementa el número de solicitudes para atender durante el mes a laborar.

Cada año la Unidad de Desechos Sólidos de la Municipalidad, confirma con los propietarios de las empresas privadas, las zonas o áreas a su cargo para que puedan brindar el servicio de recolección de desechos sólidos a los vecinos contenidos dentro del área correspondiente, pero desde hace varios años, los propietarios tienen conocimiento que los pilotos de las empresas no respetan los límites entre ellos y atienden a los vecinos que solicitan el servicio sin importar de que zona son, lo que genera incertidumbre de responsabilidades de los lugares afectados, ya que un 35% de la población total de la cabecera municipal correspondiente a 1,725 viviendas no es atendida, debido a que los vecinos deciden darle un destino diferente a sus residuos al no pagar las cuotas correspondientes.

La presente investigación se realizó con base a la utilización del método científico con enfoque cualitativo, debido a la información recabada, la cual sirvió de base para explicar, interpretar y discutir las diferentes variables del resultado, esto permitió desarrollar y proponer opciones de mejoras en el manejo de desechos sólidos, tiene un alcance descriptivo, en donde se miden las diferentes variables implícitas en los objetivos de la

investigación y observación entre los involucrados de la investigación, se presentó a través de sus tres fases, en la fase indagadora se utilizaron fuentes primarias y secundarias, encuestas a la población y al personal que realiza las actividades de recolección para recabar información relevante y hacer uso de ellas en la fase demostrativa, en la que se analizaron variables y su relación entre ellas, posteriormente se llegó a las conclusiones y se presentó en forma escrita un informe de los datos obtenidos.

En la investigación se determinaron puntos relevantes, como en el estudio de mercado, se logró establecer la cantidad de residuos que genera la población de 1.3469 kg. per cápita, lo que genera una demanda total en la población de 13,190 toneladas anuales de las cuales es atendida actualmente el 65% de ellas que equivale a 8,573.50 toneladas anuales y queda el 35% sin atender lo que representan 1,725 viviendas que generan 4,613.34 toneladas de desechos y residuos orgánicos al año.

Se determinó la capacidad de oferta que actualmente poseen las empresas privadas para atender a la demanda de la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché que son 12,787.77 toneladas anuales, lo que permite cubrir la demanda que actualmente solicita el servicio con las diferentes rutas elaboradas por las empresas.

Se analizó la ruta del jueves de la empresa 2, a través de una aplicación de celular que está conectado satelitalmente denominada GPS Logger, en donde se obtuvieron datos relevantes, grabó una ruta de 9.45 km de recorrido, la cual se inició desde el parqueo de los camiones de la empresa desde las 5:07 am con una duración de 4 horas y 57 minutos, se tomó una base de 100 metros por cuadra, los datos obtenidos fueron: distancia de recorrido en servicio 8,110 metros, recorridos a pie 600 metros y recorridos en tránsito 10,290, al no ser una ruta lineal, en algunos puntos pasan dos o tres veces en la misma ruta, adicional se realizó un modelo de ruta, en donde se buscó mejorar la distancia recorrida, se anuló 4 trayectos y se logró reducir una distancia total de 1,800 metros, estos se trasladaron a kilómetros para obtener el beneficio que puede tener la empresa monetariamente al aplicar el modelo de ruta, al anular solo 4 trayectos se obtiene un beneficio de Q4.60 en la ruta en costo de combustible, al realizar modelos de rutas se optimizan enfocadas en obtener un resultado del 100% de eficiencia.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es un problema a nivel mundial el cual afecta a todas las personas sin estratificarlos, los desechos y residuos sólidos van en aumento exponencialmente en relación al crecimiento poblacional, lo que genera un problema latente en el presente y lamentablemente se proyecta a futuro si no se reacciona y se establecen lineamientos de cómo, quiénes y cuándo en términos de responsabilidad deben de cumplir con el correcto manejo y trato de los desechos y residuos sólidos para disminuir la contaminación ambiental.

Dentro del conjunto de enseñanzas de buenos modales está la responsabilidad de fomentar en las futuras generaciones, los conocimientos sobre las buenas prácticas y el correcto manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos para disminuir la contaminación, en Guatemala, la responsabilidad de coordinar, administrar y proyectar soluciones sobre este tema está a cargo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, quienes a su vez trabajan indirectamente a través de las municipalidades como ente de gobierno, para velar por el cumplimiento de leyes, acuerdos, entre otros que direccionan el correcto manejo de los desechos en los diferentes lugares del país.

En el municipio de Santa Cruz del Quiché, la municipalidad del lugar vela por el cumplimiento de las normas establecidas a nivel nacional y local, en beneficio de la población a su cargo a través de la Unidad de Desechos Sólidos, y en forma anual realizan un convenio laboral con empresas privadas para realizar los trenes de aseo en los domicilios y comercios de las diferentes zonas del casco urbano.

Actualmente existen tres empresas privadas que brindan el servicio de los trenes de aseo en los domicilios y la Unidad de Desechos Sólidos tiene a su cargo realizar la limpieza y recolección en los diferentes puntos principales del lugar, como lo son, el mercado municipal, los parques del centro histórico, la biblioteca, oficinas de la municipalidad, entre otros.

Es importante resaltar que no toda la población solicita que le brinden el servicio de recolección de los residuos y desechos en sus domicilios, ya que, deciden darle un

destino final diferente al establecido y proceden a colocarlos en basureros clandestinos, los queman, tiran en ríos o algún otro fin que consideren conveniente para ellos.

De las 4,932 viviendas registradas según el INE en Censo 2018, únicamente el 65% equivalente a 3,207 viviendas son atendidas actualmente por las tres empresas privadas y estas viviendas generan 8,576.82 toneladas anuales, el 35% restante, actualmente no es atendido, lo que representa 1,725 viviendas, las que generan 4,613.34 toneladas anuales de desechos y residuos sólidos.

Es preocupante que el 35% de la población aún no es atendida con el servicio de recolección a través de los diferentes trenes de aseo, por lo que se consideró importante y relevante conocer la forma en que se coordinan las diferentes rutas en donde transitan los camiones recolectores para atender a la población, una de las rutas se evaluó y analizó con un sistema de GPS para crear y formular una para hacerla más eficientes en la reducción de la distancia y el tiempo, como paso principal se analizó la situación actual de la población a través de un estudio de mercado.

En el desarrollo de los objetivos específicos de la investigación, se inició con el análisis de variables para determinar en un estudio de mercado que la demanda total generada por la población es de 13,190 toneladas anuales y las tres empresas privadas que atienden los servicios de los trenes de aseo de la población, brindan una capacidad de oferta de 12,787.77 toneladas, con esta capacidad de oferta atienden al 65% de la población que actualmente está interesada en el servicio, es importante conocer el nivel de satisfacción de los vecinos del casco urbano sobre la atención recibida por parte del personal de las empresas privadas, así como, el conocer si la población realiza separación en sus residuos y desechos o el correcto manejo y entrega de material punzocortante como vidrios, para que las personas que realizan las labores de recolección no se lastimen en el proceso al recibirlos.

El personal de las empresas privadas brinda el servicio a la población de lunes a sábado a través de rutas previamente diseñadas para atender a toda la población asignada, todas las variables descritas, permitieron brindar información relevante para enriquecer el objetivo general del trabajo de investigación que es el evaluar la logística de recolección

y manejo de residuos sólidos, en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché.

El presente informe de trabajo profesional de graduación consta de los siguientes capítulos: el capítulo uno, en donde se presentan antecedentes como referencias históricas que guardan estrecha relación al tema principal de la investigación que es el manejo y recolección de los residuos y desechos sólidos, así como estudios anteriores relacionados al tema, expone el marco referencial teórico que aporta fundamentación al tema de la investigación.

El capítulo dos, muestra el marco teórico, que contiene y expone las diferentes teorías y enfoques teóricos conceptuales que se utilizaron para el desarrollo de la investigación y crean un fundamento para los objetivos específicos de la investigación así como del objetivo general del mismo, se exponen y analizan para fundamentar la investigación y las propuestas de solución al problema encontrado.

En el capítulo tres, se desarrolla la metodología utilizada durante toda la investigación realizada, las técnicas y los procedimientos que se pusieron en práctica al momento de realizar la etapa de indagación, para encontrar la respuesta de solución, contiene la explicación en detalle del proceso realizado en el cálculo de la muestra poblacional, así como se determinó el alcance de la investigación con la medición de las variables implícitas en los objetivos de la investigación, para tipificarla como investigación cualitativa debido a la explicación e interpretación de los hallazgos encontrados para validar los datos direccionado a presentar una propuesta de solución al problema.

En el capítulo cuatro, se analizó e interpretó las diferentes variables encontradas como resultado de la investigación realizada, a través de las diferentes herramientas de recopilación de información durante toda la investigación, se realizó un análisis de la relación entre las diversas variables y como cada una de ellas alimentaron las propuestas de solución de la problemática encontrada, así mismo, se desarrollaron propuestas de solución enfocadas al alcance de los objetivos específicos y general anteriormente expuestos, para dar lugar a las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

1. ANTECEDENTES

Los antecedentes describen y presentan diversas evidencias de carácter histórico, que aportan parte de la base de lo que se tomó en consideración en la línea del tema de investigación, enfocado en el proyecto de diseño de una la logística de recolección y manejo de residuos sólidos, en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché, como una de las primeras bases es analizar la historia sobre como los cambios en los estilos de vida y como las nuevas generaciones tienden a cambiar procesos de vida cotidianas y los medios de comunicación fomentan sociedades más modernas, con productos nuevos de empaques de diversos materiales.

Adicional al crecimiento poblacional crece la preocupación por la contaminación ambiental que es un problema global y como el humano ha influido considerablemente a esta problemática.

Se tomó como punto focal de estudio la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché y como la población ha percibido la contaminación ambiental por desechos sólidos en su historia como población, debido a que la logística de recolección de basura domiciliar con pocos años de experiencia desde el año 1990 ha tenido variaciones en sus coordinaciones para poder cubrir las necesidades de toda la población en relación al tema de recolección y como han operado logísticamente para el manejo de estos desechos en todo el casco urbano.

“Para la identificación de las variables que caracterizan la recolección de los RDS se parte de la revisión de trabajos de investigación, textos de métodos de análisis estadísticos, considerando los factores que influyen sobre la generación de residuos sólidos” (Pinto, 2014, p.876).

Existen variables dependientes e independientes que afectan los resultados del estudio, algunas que se consideraron son: el número de habitantes de la cabecera municipal en donde se realizó el estudio, personal dedicado a la labor de recolección de los desechos domiciliarios, demanda de la población, oferta brindada por las empresas que brindan el servicio, demanda insatisfecha, nivel de satisfacción de los vecinos por el servicio brindado, entre otras de importancia relevante.

1.1. Antecedentes del sector público, especializado en materia ambiental, de bienes y servicios naturales

Dentro del sector público en Guatemala, existen diversas entidades que velan por el bienestar de la población, y para el caso de la protección del medio ambiente es regido por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, entidad gubernamental creada el “11 de diciembre del año 2000 como uno de los catorce Ministerios del Organismo Ejecutivo del Gobierno de Guatemala” (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2022).

Durante la historia del Ministerio han presentado diversas propuestas para fomentar y reglamentar el correcto manejo de los residuos y desechos sólidos en el país, debido a que es uno de los temas preocupantes a nivel mundial y tristemente la proyección de la contaminación no es alentadora.

En el sector público especializado en el medio ambiente, se tratan temas de suma importancia a nivel nacional como lo es la contaminación ambiental, cambios climáticos en las cuencas altas del Altiplano y corredor seco, concientización social por el correcto manejo de los residuos y desechos sólidos, flora y fauna nacional, limpieza de cuencas acuáticas, todo lo concerniente a la conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales.

Uno de los últimos documentos presentado y aprobado para su ejecución a nivel nacional es el Acuerdo Gubernativo 164-2021 Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos, “como una herramienta que atiende el origen de la producción de basura, y que regula la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos” (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2022).

El cuidado del medio ambiente es uno de los temas de suma importancia y relevancia que afecta a la población guatemalteca sin estratificar género, edad, situación económica, ubicación geográfica, entre otros, debido a todos y cada uno es responsable del correcto manejo de los residuos y desechos sólidos.

1.1.1. Reseña histórica de los residuos y desechos sólidos en Guatemala

A través de los años las culturas han evolucionado, y con el paso de los años el progreso significativo en la humanidad. En la antigüedad los hombres basaban sus actividades en la naturaleza.

“Existen múltiples referencias de los graves problemas que tenía la ciudad de Roma a consecuencia de los productos manufacturados que le llegaban de otras tierras, especialmente los restos de ánfora” (Zapeta, 2013, pág. 7).

Los problemas para la eliminación de los residuos urbanos se agravan fundamentalmente al ir creciendo los núcleos de población y no disponer de sistemas de recolección ni de lugares adecuados para su almacenamiento. La Edad Media se caracteriza por sus ciudades de tamaño considerable, carentes de las mínimas infraestructuras medioambientales, sociedades sin cultura, nula protección social y pobreza. Los restos de los alimentos, los excrementos y los residuos de todo tipo acababan arrojados en las calles, generalmente sin pavimento, en los terrenos sin edificar y en las cercanías de las ciudades. Los vertidos de residuos en los núcleos urbanos causaron una enorme proliferación de ratas, cuyas pulgas provocaron durante años la peste bubónica (Zapeta, 2013, pág. 7).

Desde la era industrial, las empresas explotaron y utilizaron diversos materiales de forma irresponsable, como minerales que fueron utilizados como materia prima para elaborar diversos productos, sin cuidar las consecuencias para el medio ambiente, esto generó contaminación ambiental , en esta etapa de la historia, se generaron muchísimos residuos que lamentablemente no se aprovecharon dándoles otra oportunidad dentro de un ciclo de reciclado o reutilización y se vio en mayor proporción en las grandes ciudades industrializadas.

La producción de los residuos sólidos urbanos en una sociedad desarrollada oscila entre 0.7 -1.2 Kg.por habitante y día, lo que nos da una media generalizada de 1 Kg. por habitante y día, en la mayoría de los países (Zapeta, 2013, pág. 8).

En la historia de Guatemala desde hace más de doscientos años, empezaba la preocupación de cómo proceder con los residuos y desechos domiciliarios generados

por la población y empezar a ver sobre qué persona o entidad caería la responsabilidad de velar por el cumplimiento de las reglas en relación al tema del medio ambiente en el país.

Luego, el 31 de diciembre de 1840, la Ordenanza No. 187 de la Municipalidad de Guatemala señalaba: "Tanto la limpieza de las mismas calles, como por la salubridad pública, no permitirá que en ella se arrojen animales muertos, de cualquiera especie; y podrá imponer al contraventor, multa, desde uno hasta cinco pesos, o cárcel, desde uno hasta cinco días". Asimismo, la Ordenanza No. 189 establecía: "En cuanto a la plaza mayor, se recomienda muy en particular al juez de policía, el cuidado y aseo de ella, de la conservación de sus empedrados y de la reparación que éstos necesiten; y serán de cuenta de los fondos municipales, los gastos que se causen al intento, y para la limpieza, no menos precisa, de las plazuelas de la ciudad" (Zapeta, 2013, pág. 9).

Por otra parte, en el año 1879, se dispuso que las basuras fueran incineradas en un crematorio; además, ese mismo año se inauguró el servicio de limpieza pública, denominado "Tren de aseo". Por último, es necesario señalar que el basurero de la zona tres se estableció en 1960, cuando el doctor Luis Fernando Galich López era alcalde de la ciudad de Guatemala (Zapeta, 2013, pág. 9).

Durante la historia de Guatemala, se han creado en los diferentes puntos de los municipios, pueblos, cantones, lugares asignados por las autoridades municipales o COCODES, como basureros o vertederos, destinados a recibir todos los residuos y desechos sólidos del lugar, así como crece la población a nivel nacional va en aumento la necesidad de crear, ampliar y hasta realizar cierres técnicos de vertederos a nivel nacional.

Cerca del año de 1920, se crea en la ciudad de Guatemala el primer vertedero para atender la demanda poblacional de la ciudad, y empezaron a crear leyes que regularon el manejo de los desechos a nivel nacional, las cuales fueron modificadas durante las necesidades presentadas para atender a la población en general.

Posteriormente en los años noventa, se inicia la asignación de responsabilidades de una forma más concreta dirigida a las administraciones de las municipalidades de cada lugar a nivel nacional, para las labores de recolección de desechos y tratamiento de los residuos del lugar.

Esta información es parte de la línea base de estudio para analizar el tema de la recolección y manejo que se ha desarrollado en los diferentes puntos geográficos del país, se observó la importancia de crear leyes, reglamentos específicos para tratar los temas del correcto manejo de ellos.

1.1.2. Vertederos en Guatemala

Al observar la historia en los diferentes puntos del país, los vertederos y basureros municipales legalmente constituidos y clandestinos, han tenido una baja programación de mantenimiento enfocado en disminuir vectores y contaminantes, estos procesos generan gastos para la municipalidad o comunidad afectada, por lo que es un tema que no le han dado la mayor importancia.

Los vertederos son a cielo abierto y son asignados normalmente en las afueras de las poblaciones, para evitar en lo posible la contaminación ambiental o que los gases producidos en el área lleguen a un poblado próximo.

Lo que se observa en varios pueblos o ciudades es que con el pasar de los años las poblaciones crecen y se acercan a los lugares asignados para los vertederos, lo cual afecta a la población con domicilios cercanos.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales publicó en Julio de 2017 sobre los vertederos de desechos sólidos que no operan adecuadamente y como este servirá como base para definir las acciones técnicas y legales que regularicen su funcionamiento y control (MARN, 2017, pág. 12).

En el mismo se estableció que a la fecha existe un inventario de 2,240 basureros en sus diferentes tipos municipales, privados y clandestinos, en todo el país, de los cuales el 99% no cuenta con un instrumento ambiental, lo que equivale a una cantidad

de 2,212 que quedan calificados como ilegales, aunque sean municipales (MARN, 2017, pág. 12).

Por las necesidades de la población y como parte del cuidado del ornato en los lugares en los diferentes puntos del país se asignan lugares como basureros sin ningún tipo de cuidado o mantenimiento, vertederos, que ya se clasifican de esta forma por las programaciones que les realizan para los mantenimientos bajo responsabilidad de autoridades locales como las municipalidades.

1.1.3. Base legal

En este se plantean algunos decretos, leyes, códigos, reglamentos, que son parte del soporte legal que existe en Guatemala para el tema de manejo de residuos y desechos sólidos.

1.1.3.1 Decreto Ley No. 10

La regulación legal de los desechos sólidos se remonta al siglo pasado. El 3 de diciembre de 1832, fue promulgado el Decreto Ley No. 10, el cual establecía: "El jefe de Estado de Guatemala autorizado para dictar medidas de policía y salubridad, y con anuncios de que puede introducirse en el Estado el cólera morbus epidémica; decreta... 3o. Por estos bandos se ordenará: 1o. la limpieza de todas las calles, plazas y lugares públicos, de manera que en ellos no existan inmundicias, basura..." (Zapeta, 2013, pág. 8).

Existen algunas leyes, normas, códigos, que respaldan todo lo concerniente al manejo de los desechos y residuos sólidos en el territorio guatemalteco, que velan por el correcto proceder con cada una de las etapas, desde la generación, recolección, transporte, manipulación y el destino final del mismo.

1.1.3.2. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente 1986 (Decreto 68-86)

Artículo 12: son objetivos específicos de la ley los siguientes:

b) la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas

ecológicos como y excepcionalmente como la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes (Naciones Unidas, CEPAL,[s.f], párr. 01).

Es importante que las leyes en el país velen por el bienestar de la población guatemalteca con el debido cuidado del medio ambiente, con regulaciones que prevengan problemas de salud por contaminación ambiental y que estos puedan generarse en focos de vertederos o basureros en el país.

1.1.3.3. Código de salud, Decreto número 90-97

Artículo 102. Responsabilidad de las municipalidades

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

Es importante observar que el ente del gobierno responsable de la coordinación de los servicios de limpieza y recolección de desechos esté a cargo de las municipalidades, y que en varios puntos del país no son ellos directamente quienes brindan este servicio a la población, debido a que esta labor es trasladada bajo responsabilidad de empresas privadas interesadas en brindar este servicio, a cambio de un beneficio económico en común acuerdo con la administración o supervisión de la unidad correspondiente de la municipalidad.

1.1.3.4. Acuerdo Gubernativo 164-2021 con fecha de aprobación 09 de agosto 2021

“El nuevo reglamento establece normas técnicas ambientales y sanitarias que buscan evitar el deterioro ambiental, reducir la contaminación de los sistemas ambientales y mejorar la salud de los habitantes del territorio guatemalteco” (Gobierno de Guatemala, sala de prensa, 2021, párr. 6).

Por tanto, El MARN coordinará con las municipalidades la elaboración de planes para la gestión integral de los residuos, así como guías, relacionadas con las políticas generales del Estado y con la Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, y verificará que se cumplan los objetivos, regulaciones, normas y especificaciones técnicas (Gobierno de Guatemala, sala de prensa, 2021, párr. 7).

Uno de los temas relevantes planteados en este acuerdo gubernativo y que resalta es que dentro el mismo indica la obligatoriedad de las personas desde las viviendas o domicilios, de las empresas en el lugar comercial, que deben de realizar la separación de los residuos y desechos sólidos, y esto ya se puede observar de una forma más enmarcada en algunos establecimientos a nivel nacional, ya que dentro del acuerdo gubernativo estipula la clasificación de estos en primarios y secundarios, que es obligatoria a partir de dos años desde esta publicación.

1.1.3.5. Legislación sobre los residuos y desechos sólidos en Santa Cruz de Quiché

El 17 de noviembre del año 2009, se publicó en el Diario de Centroamérica el Reglamento para la gestión y manejo integral de los desechos sólidos para el municipio de Santa Cruz del Quiché, que contiene 12 capítulos con 65 artículos.

Se desarrollaron temas como los servicios de recolección, la atención del servicio por empresas privadas, derechos y obligaciones de los usuarios, las tasas municipales, prohibiciones, sanciones, transporte de residuos y desechos sólidos, tratamientos y disposiciones finales de los residuos y desechos sólidos.

Este reglamento no ha sido modificado o actualizado desde el año 2009 y sobre este reglamento se realizan actualmente las bases para asignar las tasas de cobros a

comercios por la cantidad de residuos que generan que van desde Q25.00 hasta Q1,000.00, esto se rige por la cantidad y frecuencia de recolección que solicitan.

1.2. Antecedentes de entidades recolectoras

El problema de manejo de desechos sólidos rebasa cualquier esfuerzo local existente, lo que genera un problema y se convierte en una dificultad social, ecológica y sanitaria, adicional al incremento masivo de envoltorios de productos de diversas índoles más la ausencia de programas de manejo de desechos sólidos.

Cada una de las entidades gubernamentales a nivel nacional, ha desarrollado opciones de recolección de los residuos y desechos para atender a la población que está dentro del límite geográfico a su cargo, las autoridades de cada municipio coordinan y crean la metodología para realizar esta actividad, ya que en los municipios está asignada esta actividad directamente hacia unidades correspondiente de la municipalidad o bien es asignado determinado porcentaje a empresas privadas que buscan beneficio económico a cambio de realizar esta labor.

En Santa Cruz del Quiché, existen tres empresas privadas que se dedican a brindar el servicio de recolección de residuos y desechos sólidos en domicilios y comercios ubicados en las zonas asignadas a cada una de ellas, o por elección libre del vecino quien solicita el servicio a la empresa de su elección.

La municipalidad de Santa Cruz del Quiché, tiene dentro de su organización la Unidad de Desechos Sólidos, quienes a su vez tienen la responsabilidad de la recolección de desechos sólidos de los principales puntos de la cabecera municipal como los son la terminal de buses, el área interna y externa del mercado municipal que abarca 36 cuadras, parques del centro histórico (observar Anexo 2), biblioteca, cementerios y otras asignadas por la Unidad.

1.3. Antecedentes de la logística realizada por las entidades recolectoras

Al momento de realizar la renovación anual de concesión con las empresas privadas asignándoles las áreas que les corresponden todo queda asignado y listo para trabajar,

pero las empresas sobrepasan estos límites geográficos, lo que genera un desfase en el control de asignación.

La Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad y las empresas privadas, asignan los cobros mensuales a los vecinos y empresas con base a una tabla de rangos que se encuentra en el Reglamento para la gestión y manejo integral de los desechos sólidos, con publicación oficial el 17 de noviembre 2009, en donde se indican los montos de cobro por la cantidad de bolsas de basura y por el tipo de comercio.

Se tiene conocimiento que no todos los vecinos realizan los pagos para optar por el servicio de los trenes de aseo y prefieren tirar la basura en los diferentes basureros clandestinos existentes en la cabecera municipal, la queman, la tiran en ríos cercanos o proceden a darle un destino final a los desechos diferente a lo establecido como aceptable y estas malas prácticas vienen desde hace décadas hasta la fecha.

No existe un control de seguimiento en la logística de recolección de los desechos sólidos por medio de los trenes de aseo verificado por la municipalidad y realizado por las empresas privadas, ni registros diarios evaluados por la municipalidad en relación con la cantidad en toneladas cúbicas de desechos que descargan en el vertedero municipal.

Es importante poder analizar la base histórica de los vertederos en Guatemala y como cada una de las municipalidades trabajan en pro del beneficio de la población, adicional es relevante poder conocer que estudios se han realizado con anterioridad a nivel nacional, observar el proceder de las diferentes áreas del país así como los proyectos que han surgido posterior a estos estudios.

1.4. Antecedentes de estudios relacionados al manejo de residuos y desechos sólidos

Es de suma importancia el análisis de estudios previamente realizados a nivel nacional, se tomaron estudios concernientes al tema de manejo y recolección de residuos y desechos sólidos para establecer una base histórica de problemas encontrados en otros lugares en el país.

Se inicia, con el estudio de factibilidad para el manejo de desechos sólidos domiciliarios en las colonias Tierra Nueva I y II Chinautla, desarrollado en el departamento de Guatemala, realizado por Lic. Jorge Alejandro Batres Quevedo, Lic. Pedro Guillermo Jayes e Ing. Gonzalo del Cid Pérez, presentada en la Universidad de San Carlos de Guatemala, plantean:

Sobre elevar los niveles de salud de la población a través de la implementación de un sistema de recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos que tienda a mitigar el impacto ambiental ocasionado por la producción de los mismos, se realizó un estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero, en estos se determinó que más de 50% de la población afectada carecen del servicio de recolección, solamente cubrían el 46.34%, se determinó que la cantidad generada de desechos sólidos ascendía a 2.5 toneladas diarias, en la población genera una buena aceptación del proyecto al considerar que con éste se eliminarían todos los botaderos no controlados (Batres, Jayes, y Del Cid, 2003).

En el estudio anterior se observó la necesidad de implementar medidas pertinentes para el manejo y disposición final en las colonias Tierra Nueva I y II, este es un tema recurrente en los diferentes municipios y aldeas dentro del territorio guatemalteco y es de suma importancia tener medidas o sistema que contenga todas las etapas del tren de aseo para generar prevención y seguimiento del manejo de los desechos y residuos sólidos.

Posteriormente se analizó la tesis, gestión ambiental de desechos sólidos (papel y cartón) en una empresa manufacturera de la ciudad capital de Guatemala, para fomentar el desarrollo sostenible, presentada por Clara Isabel Quezada Aguilar en la Universidad de San Carlos de Guatemala, para conferirle el título en Maestría en Administración Industrial y Empresas de Servicios, en la que plantea sobre:

Diseñar y validar estrategias para gestionar y aprovechar de desechos de papel y cartón, sin afectar el medio ambiente, la rentabilidad de las empresas, ni la calidad de los productos mediante la reducción de costos en generación, almacenamiento, recolección, reciclaje o tratamiento y disposición final de los desechos, para el año 2008, se encontró que solo el 20% de las empresas tenían un sistema de gestión

de residuos sólidos como el papel y cartón y las otras empresas solamente los votan en vertederos con la basura general que generan, se desea implementar un buen sistema ambiental en donde tenga en mejor aprovechamiento de los recursos naturales, donde ganen las personas ayudando al cuidado del medio ambiente y ganen las empresas al consolidar su imagen como una empresa responsable y solidaria para el cuidado del medio ambiente, el fin es promover el rechazo de la producción y el consumo de bienes poco durables y de alto consumo (Aguilar, 2008, pág. 10).

En la tesis anterior se observa que es muy relevante e importante realizar estrategias para gestionar y aprovechar los residuos generados por la población, ya sea en residencias o en áreas comerciales, ya que, al realizar actividades de reciclaje y tratamientos de disposición final de los residuos, estos se transforman para volverlos al ciclo económico, de esta forma se reduce considerablemente la contaminación ambiental.

Se analizó el estudio de prefactibilidad para una empresa modelo de recolección de desechos sólidos en el municipio de Chimaltenango, presentada por Lic. Francisco Eugenio Santizo Lizama en la Universidad de San Carlos de Guatemala, para conferirle el título en Maestría en Ciencias en Formulación y Evaluación de Proyectos, en donde determina que:

Al evaluar a nivel de prefactibilidad, la implementación de la propuesta de una empresa modelo para la recolección de desechos sólidos domiciliarios en el municipio de Chimaltenango, se observaron características de la población para determinar los aspectos técnicos que se deben considerar para la implementación de la empresa modelo, se realizó un estudio técnico, en donde se detectó que se requieren 14 camiones para cubrir la demanda potencial establecida en el estudio de mercado, se realizó un estudio financiero con una proyección de 8 años generando una TIR de retorno de 76.47% (Lizama, 2015, pág. 3).

Es relevante observar que en la tesis anterior se realizó un estudio de mercado para poder determinar la oferta que se necesita para cubrir la demanda de la población estudio, con los datos obtenidos logró determinar la demanda insatisfecha y así identificar la

cantidad de camiones que se necesitan para cubrir la necesidad de este servicio en el municipio de Chimaltenango, durante el estudio financiero se logró determinar la factibilidad financiera de la propuesta de la empresa.

Dentro de los diversos temas analizados se observó el estudio de ambientalización curricular para el manejo de los desechos sólidos en el centro universitario de noroccidente, sección Jacaltenango, departamento de Huehuetenango, propuesto por Bonifilio Napoleón Camposeco Gressi para conferirle el título de Magister en Educación y Ambientalización Curricular en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en donde se evalúa:

El impacto ambiental generado por la presencia de desechos sólidos en el Centro Universitario de Noroccidente (CUNOROC), Sección Jacaltenango, se desea capacitar a los miembros de la comunidad educativa en cuanto al manejo de desechos sólidos, creando una cultura propia para el desarrollo de conocimientos, actitudes y comportamientos favorables, generando propuestas de intervención estudiantil, docente y administrativa, se utilizó un método de investigación por muestreo, se planteó crear un manual para el correcto manejo de los desechos como una propuesta que permitirá la capacitación ordinaria de los miembros de la comunidad educativa, empoderándolos en un proyecto integral ambiental sostenible y sustentable, haciendo de la clasificación, y tratamiento de desechos sólidos, una práctica sistemática que logre la mitigación de su impacto y permita generar recursos económicos en beneficio del Centro Universitario de Noroccidente (CUNOROC), sección Jacaltenango (Gressil, 2016, pág. 9).

Es importante observar en la ambientalización curricular, que en una empresa, vivienda o cualquier tipo de lugar en donde convivan personas debe de existir un sistema de manejo de los desechos sólidos, desde su generación, manejo, clasificación y disposición final; en el Centro Universitario de Noroccidente incluyeron al personal administrativo, docente y estudiantes para poder llevar a cabo el estudio ya que cada uno de ellos son de suma importancia para que el proyecto se lleve a cabo con éxito.

En la diversidad de temas base, también se tomó en consideración el diagnóstico de comunicación organizacional interno y externo, y estrategia de comunicación del proyecto de fortalecimiento de la gestión de los desechos sólidos Pro-Atitlán, presentada por Haydeé De la Paz Marroquín González en la Universidad de San Carlos de Guatemala, para conferirle el título de Maestría en Comunicación Organizacional, en donde se presenta la opción de:

Generar un espacio de interacción, formación y acercamiento con los comunicadores municipales e institucionales de la Cuenca del lago Atitlán para la reducción, separación y sensibilización entorno a la gestión de los desechos sólidos. Además de lograr alianzas estratégicas para la divulgación de las campañas de sensibilización socio-ambiental con enfoque de cuenca, área de cobertura de Pro Atitlán, el diagnóstico de comunicación organizacional interno y externo y la estrategia de comunicación realizada para el “Proyecto de Fortalecimiento de Gestión de los desechos sólidos Pantitlán” comprende una investigación tipo descriptiva, con un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), y un método analítico basado en la técnica de encuesta y grupos focales (González, 2016, pág. 79).

En la tesis anterior en donde presentan una opción para generar espacios de diálogo e interactuar acercándose con la población de Atitlán, fomentan la comunicación a través de estrategias de alianza, en la que se desarrollaron campañas de sensibilización sobre el correcto manejo de los desechos y residuos sólidos, lo que permitió generar estrategias de comunicación indispensables para ello.

Se tomó como base importante el análisis del diagnóstico y lineamientos para el manejo de desechos sólidos del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala, estudio presentado por Jorge Alberto Guillermo en la Universidad de San Carlos de Guatemala, para conferirle el título de Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental en donde se presenta:

Diagnóstico y lineamientos para el manejo de los desechos sólidos del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala, así como se identifica la ubicación de los

botaderos no autorizados en el municipio, las características de los desechos sólidos allí dispuestos y el área en metros cuadrados ocupados, se definen acciones y programas que conformen los lineamientos para un plan de manejo óptimo de desechos sólidos generados en el municipio de San Miguel Petapa, se encontraron 20 botaderos no autorizados dentro del municipio: 19 de estos presentaban desechos domiciliarios, 1 con desechos hospitalarios y 3 con desechos de rastro. En todos existían desechos de construcción y comercial, ocupando un total de 1,865 metros cuadrados de área correspondientes a la suma de cada área de estos botaderos no autorizados. Se evidenció que los residuos domésticos son el 75% en la composición de los botaderos no autorizados, y por ser de origen vegetal o animal son fuente de contaminación y proliferación de vectores (Guillermo, 2018, pág. 13).

En la tesis de diagnóstico y lineamientos para el manejo de desechos sólidos del municipio de San Miguel Petapa establecen una línea base de análisis para realizar un diagnóstico de la situación en el lugar en el tema manejo óptimo de los desechos y residuos sólidos, al analizar las variables encontraron información relevante, como, identificar veinte basureros clandestinos, lo que puede llevar a contaminación ambiental y generar posibles problemas de salud para la población, lo cual es preocupante.

Cada una de las tesis tomadas como información secundaria generaron para el presente proyecto información muy relevante sobre casos que presentan algunas similitudes sobre la problemática actual en Santa Cruz del Quiché, el tema de manejo de residuos y desechos sólidos es latente en cualquier municipio del país, la contaminación ambiental es un tema primordial para el país y se han creado a través de la historia herramientas, directrices, lineamientos, pre, durante y post a través de diversos proyectos, para generar un mejor control de los desechos y residuos sólidos generados por la población guatemalteca.

2. MARCO TEÓRICO

En este apartado se exponen definiciones, conceptos, categorías, teorías entre otros, que ayudaron a crear las bases en la investigación, enfocado en el tema de evaluar la logística de recolección y manejo de residuos y desechos sólidos, desde la generación en hogares y empresas, almacenamiento, recolección, transporte, procesamiento hasta el destino final en los vertederos y más enfocados en la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiche, del departamento de Quiché.

2.1. Formulación de proyectos

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que, en forma gradual, permite lograr un resultado único o entregable único” (Arboleda Vélez, 2014, pág. 3).

Al formular un proyecto se realiza una serie de pasos sistematizados para obtener información de relevancia, tanto cualitativa como cuantitativa y en su conjunto forman la estructura de un proyecto, el cual es analizado por personas interesadas en invertir en él o para determinar el éxito o fracaso que puede tener proyectándolo a futuro.

Al desarrollar un proyecto, se busca llenar un vacío, por alguna necesidad que no es cubierta, ingresar a la economía un nuevo producto, la modificación de uno existente o para ampliar una construcción o capacidad instalada en una empresa, la formulación de proyectos se puede desarrollar en cualquier tipo entidad pública o privada.

Se plantea información relevante para formular proyectos de gestión y manejo de residuos y desechos sólidos domiciliarios, se identifican las causas de la problemática y los efectos que generan, se definen opciones de solución, así como la selección de alternativas a desarrollar, se definen objetivos y resultados esperados.

Dentro de la formulación es importante conocer sobre cuál es la clasificación de los proyectos e identificar claramente en donde se encuentra el tema a investigar.

2.1.1. Clasificación de proyectos

Existen diferentes autores de libros que determinan la clasificación de proyectos con nombres muy similares, pero es importante resaltar dentro de la clasificación denominada

por Ángulo Aguirre (2016), como se identificó el proyecto de diseño de una logística eficaz de recolección y manejo de residuos sólidos en Santa Cruz del Quiché.

Para el caso de un proyecto de recolección de residuos y desechos sólidos se clasificó en los proyectos según el ente inversor, asignándolo a proyectos públicos, ya que son coordinados y realizados por una entidad del Estado y en este caso por la municipalidad del casco urbano, ya que busca el beneficio de la comunidad

2.1.2. Estudio de mercadeo para un proyecto

Al estudiar el mercado de un proyecto es preciso reconocer los agentes que, con su actuación, tendrán algún grado de influencia sobre las decisiones que se tomarán al definir su estrategia comercial. En este sentido, son cinco los submercados que se reconocerán al realizar un estudio de factibilidad, a saber: proveedor, competidor, distribuidor, consumidor y externo. Este último puede descartarse y sus variables incluirse, según corresponda, en cada uno de los cuatro anteriores (Chain Sapag & Chain Sapan , 2018, pág. 64).

Lo importante del estudio de mercado, es analizar la correlación de las variables de la oferta y la demanda de un estudio en particular, al que se le desea determinar la factibilidad comercial de un producto o proyecto, es decir, se analizan las relaciones económicas actuales y las tendencias que éstas pueden tener, como se proyectan a futuro, para lograr un proyecto de recolección de residuos y desechos sólidos es importante establecer la oferta, la demanda, la demanda insatisfecha del mercado actual y como se proyecta el comportamiento de estas variables.

2.1.2.1. Análisis de la oferta

“La oferta es la cantidad de productos que los diversos fabricantes productores o prestadores de servicio ponen a disposición del mercado a un precio determinado” (Angulo Aguirre, 2016, pág. 71).

La oferta responde a la variable del mercado, los productores o las personas que desean analizar el comportamiento de la oferta, para observar la relación que existe con la demanda del tema de estudio, analizan la tendencia de la oferta en relación con la

capacidad de la empresa o las personas que tiene a su disposición para brindar la oferta, es necesario conocer la capacidad instalada de las empresas que ofrecen un servicio o venden un producto, características como la calidad y prestación de los servicios para satisfacción de las necesidades de la población objeto de estudio.

2.1.2.2. Análisis de la demanda

“La demanda se define como la cantidad de productos que los consumidores están dispuestos a comprar a un precio determinado a los productores” (Izar Landeta, 2016, pág. 27).

La demanda persigue determinar y medir cuales son los factores que afectan los requerimientos de una población de estudio para satisfacer una necesidad, con esto se establece la posición en el mercado, algunos factores son indispensables, como la necesidad en el mercado por determinados productos, como afecta el precio, el nivel de ingresos de la población, la cantidad de personas como población objetivo y sin faltan la determinación en la cantidad y características de los productos sustitutos.

2.1.2.3. Demanda insatisfecha

La demanda insatisfecha, es la brecha que existe en el mercado que aún no es atendido por un producto o servicio requerido en una población de estudio.

“Existe demanda debe trasladarse a otro lugar para adquirir un producto deseado o simplemente se abstiene de comprarlo” (Angulo Aguirre, 2016, pág. 67)

2.1.2.4. Precio

El precio es el valor expresado en dinero, de un bien o servicio ofrecido en el mercado. Es uno de los elementos fundamentales de la estrategia comercial en la definición de la rentabilidad del proyecto empresarial, pues es el que define en última instancia el nivel de ingresos (Arboleda Vélez, 2014, pág. 88)

El precio es un factor que puede ser determinado de varias formas y es por decisión del propietario o administrador de una empresa, puede ser calculado por el lado de los costos, por comparación de precios con los competidores o un porcentaje de utilidades

requeridas, ya que es una decisión muy importante debido a que, al tener un precio muy elevado existe el riesgo que disminuyan las ventas y por lo consiguiente disminuye el punto de equilibrio lo que puede provocar pérdidas en las empresas.

Es importante analizar las tres variables de oferta, demanda y precio, ya que permiten crear un escenario para toma de decisiones sobre el comportamiento de mercado del sector que se desea estudiar, para el presente estudio se enfocó sobre el sector público específicamente sobre la especialización del manejo de residuos y desechos sólidos, por lo que es importante conocer la clasificación de los residuos y desechos que se pueden encontrar y como al clasificarlos según sus características se pueden proceder de alguna forma en especial, ya sea por toxicidad, generar peligro o daño que puedan sufrir las personas que se dedican a realizar las labores de los trenes de aseo.

2.2. Caracterización de los residuos y desechos sólidos

La palabra residuo (con origen en el latín *residuum*) describe al material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo. Por lo tanto, el concepto de residuo se emplea como sinónimo de basura, es decir, por hacer referencia a los desechos que el hombre ha producido. (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad [RSS], 2018, párr. 6).

En terminos comunes existe la separación de desechos y residuos los cuales son generados en las viviendas y comercios, estos son recogidos según horario y día establecidos por las empresas que se dedican a la recolección en los trenes de aseo; los desechos en términos generales sirve para identificar aquellos materiales sobrantes que aparentemente ya no pueden ser utilizados para el proceso de reciclaje o reutilización, el manejo de los desechos sólidos es un problema a nivel mundial que trasciende cientos de años y a lo cual atañe a todo habitante del planeta.

La gestión inadecuada de los desechos está produciendo la contaminación de los océanos del mundo, obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones respiratorias por causa de la quema, perjudicando a los animales que consumen desperdicios, y afectando el desarrollo económico, por ejemplo, al perjudicar el turismo, afirmó Sameh Wahba,

director de Desarrollo Urbano y Territorial, Gestión de Riesgos de Desastres, y Resiliencia del Banco Mundial (Banco Mundial, 2018, párr. 4).

A nivel mundial el incremento en el consumo de productos procesados ha elevado la tasa de generación de desechos por habitante diaria en el caso latinoamericano Ripoll indicó que la tasa de generación en las últimas décadas se ha incrementado de 0,5 a 1 Kg/habitante-día, lo cual resulta inferior en un 25% a 50% a la tasa de generación de los países industrializados. Para 2005 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó que la tasa media per cápita de residuos sólidos urbanos asciende a 0,91 Kg/habitante-día para América Latina y El Caribe. (Saenz, 2014, pág. 125).

Se estima que en Guatemala la generación per cápita de residuos y desechos sólidos comunes es de 0.519 kilogramos por habitante al día; en donde la composición de los residuos sólidos valorizables se estima en 53% de materia orgánica; 9% plásticos (rígido y PET); 6% papel y cartón; 2 % vidrio y 1 % latas (MARN, 2018, pág. 5).

Si se comparan los datos que establece la OPS de generación de basura per cápita en registros de América Latina y El Caribe de 0.91 Kg per cápita, y se compara con los registros del MARN en el año 2018 de 0.391 Kg per cápita, existe una diferencia significativa, esto no quiere decir que Guatemala tiene mejores controles en el manejo de sus desechos, si no que al ritmo que va, al no crear medidas funcionales alcanzará a las grandes ciudades de América Latina como México.

Es importante que se logre identificar correctamente la separación de los términos de residuos y desechos, llamados comúnmente como basura, la clasificación más general es identificarlos como primarios y secundarios, estos se clasifican según sus características por el tipo de material y es parte de lo que se debe de conocer para realizar la clasificación y separación de los residuos indicado en el decreto establecido 164-2021 Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, el cual entra en vigencia con obligatoriedad dos años después de su emisión, fecha que se cumple en agosto del año dos mil veintitres, toda persona individual o jurídica, nacionales o extranjeros deben cumplir como resultados de sus actividades, de acuerdo a la siguiente clasificación:

2.2.1. Clasificación primaria

Se divide en dos grandes grupos, según su composición y características que son orgánicos e inorgánicos; los residuos orgánicos, son desperdicios o sobrantes de alimentos o de animales, como resultado de las actividades en las viviendas o empresas que se dedican a algún proceso que contenga el manejo de vegetales o animales, los cuales son descartados luego de su aprovechamiento.

“Son residuos orgánicos los que están compuestos por desechos de origen orgánico” (RSS, 2018, párr 15). Una de las características principales es su rápida descomposición y es lo que genera problemas al no ser tratados adecuadamente, provoca malos olores, pueden crear puntos focales de vectores y por el contrario al realizar un manejo adecuado los residuos orgánicos permiten la elaboración de abono orgánico, y el mismo puede ser utilizado en la jardinería, agricultura en pequeñas escalas como en huertos escolares, en viviendas o a nivel de siembras para el comercio.

Los residuos orgánicos ocupan más del cincuenta por ciento en datos generados por estudios de caracterización de residuos y más si los mismos se realizan en análisis de residuos domiciliarios, estos son generados por residuos animales que han sido utilizados como alimentos o desechos orgánicos de los mismos animales, así como residuos vegetales como cáscaras, semillas de frutas y verduras, los cuales son generados en forma diaria en los hogares guatemaltecos.

La clasificación de residuos inorgánicos, son materiales descartados por las personas en los hogares o empresas los cuales en su mayoría son desechados y el propietario ya no vuelve a utilizarlos, simplemente, los entregan a los recolectores para completar el proceso final hacia los vertederos o basureros, pero estos también pueden ser utilizados como materia prima en procesos de reciclaje, y se genera una segunda oportunidad y a disminuir la contaminación ambiental; estos se clasifican como secundarios y son los que se les presta mayor atención por la diversidad de su clasificación para su aprovechamiento, ya que existen diversos programas de reciclaje a nivel mundial desde el sector escolar hasta el empresarial.

2.2.2. Clasificación secundaria

Son residuos que existen en alto porcentaje, los cuales son generados en zonas rurales y urbanas, y las personas son los mayores emisores de estos, en la vida cotidiana de las familias así como las empresas o industrias generan todos los días cantidades descontroladas de residuos y lo que preocupa es que las empresas crean nuevos empaques para sus productos que en su mayoría son plásticos, de cartón y otros materiales que son más económicos para los costos de producción, generan reducción en los precios de venta, pero lamentablemente incrementa la magnitud de estos residuos.

Es importante que las entidades gubernamentales tomen especial atención al tema de contaminación en el territorio guatemalteco, al crear y fomentar el correcto manejo de los desechos y residuos sólidos; se desarrolla la clasificación secundaria de residuos más comunes que genera la población y de los cuales por su volumen pueden ser considerados como material de reciclado.

2.2.2.1. Residuos de papel y cartón

Este material es utilizado cotidianamente en todas las actividades; sin embargo, se destaca su uso para educación, labores de oficina e industria tales como empaques y embalajes. Para la elaboración del papel y cartón se requiere de la madera de los árboles. Se estima que son utilizados 17 árboles adultos para producir una tonelada de papel (MARN, 2018, pág. 10).

En la historia de la humanidad el uso del papel tiene como origen en la corte imperial china al fabricar los primeros indicios de hojas de papel, elaboraron una mezcla de cortezas de árbol y pedazos de tela, para ocupar el lugar de los pergaminos, los cuales se citan historias de origen antes de Cristo.

Actualmente la creación de productos de papel o cartón genera problemas ambientales por su producción, debido a que en el proceso utiliza una gran cantidad de agua y al finalizar el proceso genera aguas residuales, debido a este problema, se han diversificado algunos procesos para generar papel, cartón y sus derivados, pero cada día se destruyen millones de árboles a nivel mundial para cubrir la gran demanda que existe, por lo que en

varios países industrializados buscan alternativas menos contaminantes como productos sustitutos del papel y con lo cual se disminuye la tala de árboles y la contaminación que se genera en el proceso de elaboración.

2.2.2.2. Residuos de vidrio

Con anterioridad este representaba el material de preferencia para el almacenamiento de alimentos y en algunos casos se propiciaba el uso retornable de los envases. Entre sus cualidades está su estabilidad y fácil aseo; sin embargo, por su valor de producción, fragilidad y peso ha sido reemplazado en la mayoría de los casos por otras opciones. Los envases de vidrio pueden ser reutilizados decenas de veces y, si en caso son dispuestos para reciclaje, el material en su totalidad puede ser recuperado, no obstante, demanda un gran requerimiento energético para su propio reciclado (MARN, 2018, pág. 12)

El material de vidrio es uno de los elementos que se generan en los residuos que son más reutilizados en los procesos de reciclaje, desde su reutilización en el mismo envase sin ser modificado, o con modificaciones mínimas para utilizarlos desde talleres escolares, proyectos universitarios o emprendimientos con carácter de beneficio económico, es un material muy versátil que es utilizado todos los días en cualquier parte del mundo, por lo que es un producto líder para el reciclado.

En los vertederos o basureros existen personas denominadas segregadores que se encargan de recoger, juntar y vender estos productos, debido a que existen empresas que se encargan de reciclar, para darle una segunda oportunidad a estos productos.

2.2.2.3. Residuos de plástico

Durante toda la vida del ser humano ha utiliza diversos artículos de plástico sin importar la actividad económica que realice, ni su ubicación geográfica; desde la edad infantil, se empieza a utilizar juguetes que tienen piezas de plástico, en la adolescencia hasta la etapa de adulto, toda persona en el planeta ha utilizado productos de plástico en diferentes circunstancias o procesos.

Por la versatilidad del manejo para fabricar diversos productos, así como a nivel económico que es de bajo costo, ha permitido en la historia acomodar en un alto porcentaje muchos productos de diversas utilidades y es uno de los productos que más se observa por la gran diversidad de empaques que se manejan actualmente en un día cotidiano.

“Una reducción drástica del plástico innecesario, evitable y problemático es crucial para enfrentar la crisis global de contaminación, según una evaluación exhaustiva publicada hoy por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)” (ONU, 2021). El plástico es uno de los contaminantes más preocupantes a nivel mundial, y existen programas muy fuertes en donde se ve la preocupación por la contaminación, se observa en los océanos, ríos, ciudades y en cada rincón del planeta existe esta problemática.

2.2.2.4. Residuos de metal

Para poder identificar los materiales elaborados con metal, se debe de conocer algunas características que lo identifican, según la RAE (2022) “es cada uno de los elementos químicos buenos conductores del calor y de la electricidad, con un brillo característico, y sólidos a temperatura ordinaria, salvo el mercurio. En sus sales en disolución forman iones electropositivos (cationes)”.

Desde hace muchos años, el metal ha sido utilizado para diversos productos que se manejan en la vida diaria de las personas en las viviendas, empresas, industria o en cualquier situación puede presentarse la necesidad de utilizar productos metálicos, pero, no es amigable con el medio ambiente en su transformación, debido a que utiliza grandes cantidades de energía y agua.

El uso del metal remonta a través de la historia, que se ha utilizado por diversas civilizaciones como pintura con el óxido de hierro, como herramientas de agricultura, herramientas de guerras, ya que por lo moldeable de los metales se han utilizado de diversas formas, actualmente se utiliza en gran proporción como el plástico que se observó anteriormente, el metal al dejar de utilizarse y desecharse, en muy bajas

opciones es reutilizado lo que genera mucha contaminación por los líquidos que genera en su descomposición, la cual es lenta y nociva.

2.2.2.5. Residuos multicapa

El nombre de multicapas hace referencia a su composición, ya que utiliza básicamente tres tipos de material: aluminio, cartón y plástico. Estos productos son generalmente utilizados para envasar líquidos y productos alimenticios. Debido a la forma en que están elaborados dificulta su degradación en rellenos sanitarios, por lo que la incorporación de este producto en procesos de reciclaje es de suma importancia (MARN, 2018, pág. 14).

Los productos empacados, en este tipo de material son envasados al vacío lo que crea una posibilidad de vida más larga para los alimentos que son utilizados, actualmente se utiliza para envasar jugos, refrescos, leche, crema, yogurt, entre otros alimentos, pero por su alta demanda está incrementa el problema de contaminación, ya que el mismo no es un producto que normalmente se reutiliza como el vidrio o papel, pero, las exigencias del mercado incrementan su uso en la población.

2.2.2.6 Otros residuos

Entre estos desechos se encuentran los residuos peligrosos, definidos como aquellos que poseen alguna de las características CRETIB que les confieren peligrosidad (corrosividad, C; reactividad, R; explosividad, E; toxicidad, T; inflamabilidad, I; o ser biológico-infecciosos, B), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados, según lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). La norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (RSS, 2018, párr. 12).

Los residuos peligrosos se manejan en alto porcentaje en la industria y tristemente no todas las empresas tienen procesos correctos para el destino final de los mismos, estos atentan a la contaminación ambiental en grados muy altos o pueden atentar con la vida o presentan riesgos de salud a la población, puede provocar muerte o efectos nocivos a

la flora y fauna de un territorio, por lo que son tratados de forma especial para evitar daños.

Al poder identificar las características de los residuos es importante conocer el correcto proceder de ellos, debido a que, en el decreto 164-2021 Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, indica la responsabilidad de todo guatemalteco, del debido proceder sobre las obligaciones que se contraen en beneficio de la población y en este caso sobre la responsabilidad del cuidado del medio ambiente en el correcto manejo de los residuos y desechos sólidos.

2.3. Clasificación en el manejo de residuos sólidos

El manejo inadecuado de los residuos sólidos es un problema mayor y el cual está en la mayoría de los países a nivel mundial, este es uno de los problemas más severos al que se enfrenta Guatemala.

La clasificación desde el origen contribuye considerablemente a la recuperación al obtener una mejor calidad de los residuos, aumentando sus posibilidades de ser incorporados en un proceso de reutilización o reciclaje. Las consideraciones para una adecuada clasificación están sujetas a los lineamientos establecidos por la empresa de recolección o a los centros de acopio; sin embargo, en algunos casos las personas encargadas del sistema de recolección están involucradas en la recuperación de residuos de una manera informal, por lo que la clasificación siempre será de utilidad (MARN, 2018, pág. 6).

Debido a los diversos problemas que generan los residuos a nivel mundial, a través de entidades globales se emiten documentos, guías, informes, leyes entre otros aplicables a nivel mundial para generar instructivos que velen el correcto manejo de los residuos sólidos generados desde las viviendas hasta el sector industrial, existen diversos programas enfocados en el reciclaje para disminuir el impacto ambiental, pero es un proceso que ha estado desarrollándose e pasos muy lentos y con programas que no han generado mayor impacto.

Es uno de los problemas mundiales que se ha detectado desde hace cientos de años y no se ha logrado controlar solo en lugares muy específicos con reglas y leyes muy

estrictas han logrado tener éxito como por ejemplo Bogotá en Colombia, Cebú en Filipinas, Milán en Italia, y otras más, pero en general el porcentaje de ciudades que han tenido éxito en el manejo de los residuos sólidos es un porcentaje muy pequeño y el planeta necesita que ese porcentaje crezca considerablemente.

Por tal razón, se considera una clasificación que atienda las necesidades para su valorización. Los criterios para la clasificación deben considerar primordialmente los resultados obtenidos del estudio de composición y caracterización de residuos sólidos del área a intervenir, de los recursos disponibles y tipos de residuos valorizables del área.

2.3.1. Manejo inadecuado

La gestión inadecuada de los desechos está produciendo la contaminación de los océanos del planeta, obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones respiratorias por causa de la quema, perjudicando a los animales que consumen desperdicios, y afectando el desarrollo económico, por ejemplo, al perjudicar el turismo (Ijjasz-Vasquez, 2018, párr 4)

La contaminación ambiental como anteriormente se expuso es uno de los temas más preocupantes que existen en el planeta, y los desechos que generan los países no contaminan únicamente sus territorios si no que se expanden hacia otros lugares.

Un ejemplo muy particular es que todos los residuos que dan a los ríos de diferentes lugares, los cuales son arrastrados por los torrentes de agua hasta caer a los lagos y mares, esto genera contaminación en los océanos.

Se debe crear conciencia en la población que al no realizar los correctos procesos en el manejo de los residuos y desechos sólidos pone en peligro sus propias vidas por contaminantes en el suelo y subsuelo, adicional a este también existen contaminantes en la flora por los lixiviados.

Al conocer el correcto proceder con el manejo de los residuos y desechos, es importante conocer las opciones de acuerdo a lo estipulado en el lugar en donde se encuentran las personas, los lugares asignados como destino final para los desechos.

2.4. Lugares para disposición final de los residuos y desechos

El primer paso en la búsqueda del lugar para destinarlo como apto para recibir los residuos y desechos de un lugar, depende de la caracterización en la geología de la zona de interés. Es evidente que el suelo y el subsuelo de la zona donde se instale tiene que soportar el peso de los materiales que allí se acumulen.

2.4.1. Basureros

En todo lugar físico en donde exista una población, las autoridades municipales del lugar a través de los años,

por necesidades de salubridad asignan determinados terrenos como basureros, para que la población en general pueda verter sus residuos y desechos sin ningún tipo de tratamiento o control.

Con el pasar de los años se ha visto la necesidad de evaluar la situación en los basureros y como estos generan contaminantes de una forma descontrolada, lo que afecta a personas cercanas a estos, por lo que, surgen proyectos en donde se estudia la situación actual de los lugares para generar ideas del correcto proceder en ellos y con el mantenimiento correcto pasan de basureros a catalogarlos como rellenos sanitarios o comúnmente llamados vertederos.

2.4.2. Basureros clandestinos

Se denomina como basurero clandestino a un lugar donde vecinos dejan o tiran la basura sin ningún tipo de conciencia social y ambiental, lamentablemente es un tema que se observa en todos los rincones del país ya que es lo más común en diversos lugares en Guatemala, ya sea por malas prácticas, malas costumbres, el mínimo de conocimientos del correcto manejo de los residuos y desechos que posee la población y bajas medidas de control de las autoridades municipales.

2.4.3. Relleno sanitario

El terreno no debe de estar afecto a inundaciones o deslaves, y debe de ser geológicamente estable por el peso de debe de soportar por los residuos y desechos que se colocan con una frecuencia diaria, “La disposición final de los desechos sólidos comunes y los productos de su tratamiento debe de realizarse por medio del sistema de relleno sanitario” (Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, Decreto 164, 2021, art. 36).

Se identifica como relleno sanitario el que tiene características de control y manejo más adecuado para los residuos de una población, debido a que tiene un mantenimiento que regularmente está a cargo de la coordinación y administración de entidades de gobierno y para el caso de Guatemala, son las municipalidades de los lugares las encargadas de velar por el buen mantenimiento del lugar.

2.5. Logística

“Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio, especialmente de distribución” (Real Academia Española, 2022)

La logística contribuye al mejoramiento de procesos para optimizar la operación de una empresa o entidad y con ello logra minimizar errores para mantener la calidad de servicios o productos, mejora la comunicación entre las partes interesadas, y establece lineamientos para atender los requerimientos del cliente en el momento preciso.

2.5.1. Logística en la recolección de los residuos y desechos sólidos

Para el desarrollo de una logística de recolección de desechos sólidos se aplican métodos para la planificación de rutas, al evaluar las rutas actuales y se desarrollan rutas alternas lo que permite desarrollar alternativas de mejora específicamente en la recolección de residuos y desechos sólidos, se mejoran tiempos, se disminuyen distancias, desde la recolección en los domicilios hasta el destino final en el vertedero.

2.5.2. Variables primordiales en la logística de recolección de los residuos y desechos sólidos

Existen diferentes variables determinantes para lograr una correcta logística en el desarrollo de los trenes de aseo domiciliarios y de los principales puntos de las vías públicas.

2.2.2.1 Logística de limpieza de áreas públicas

La coordinación de la logística de limpieza y recolección de los desechos y residuos en las áreas públicas está a cargo de las entidades del gobierno y para el caso de un municipio es para la municipalidad del lugar, las variables determinantes para la logística de limpieza y áreas públicas son:

- a) Personal contratado por la municipalidad.
- b) Camiones recolectores con características específicas para esta labor como tipo furgón, con carrocería tipo estaca o de baranda, tipo construcción con sistema de volteo o tipo compactador.
- c) Establecimiento de horarios con parámetros de frecuencia para el personal.
- d) Herramientas como carretas, palas, entre otros.
- e) Equipo de protección como guantes, trajes de protección, caretas, cascos, botas,

2.2.2.2 Logística de recolección en los domicilios del municipio

La logística de recolección en los domicilios lo puede atender la coordinación de las unidades encargadas de los desechos de las municipalidades, o se traslada esta labor a empresas privadas que ofrecen el servicio a los vecinos del lugar, las variables determinantes en la logística de recolección en los domicilios son:

- a) Empresas privadas o unidades de las municipalidades, que ofrecen el servicio de recolección de los residuos y desechos domiciliarios.
- b) Personal que realizan las actividades de los trenes de aseo domiciliarios.
- c) Camiones recolectores con características específicas para esta labor como tipo furgón, con carrocería tipo estaca o de baranda, tipo construcción con sistema de volteo o tipo compactador.

- d) Herramientas como palas, lazos, cinchos industriales, entre otros.
- e) Equipo de protección como guantes, trajes de protección, caretas, cascos, botas, entre otros.
- f) Establecimiento de horarios con parámetros de frecuencia para el personal.

2.5.3. Métodos de recolección en los trenes de aseo

Al momento en que las personas encargadas de realizar la labor de recolección en los trenes de aseo pasan a las diferentes viviendas o comercios a recoger los residuos o desechos sólidos previamente almacenados, utilizan diferentes métodos de recolección aplicados a las necesidades que ellos presenten para llevar a cabo sus labores o por la situación física que tienen las viviendas o áreas del lugar, aplican los métodos según las necesidades que se les presenten para cubrir sus rutas.

Los métodos más utilizados en el desarrollo de labores de los trenes de aseo a nivel nacional clasifican en:

2.2.3.1 Método de esquina o punto fijo

El camión realiza paradas en puntos fijos accesibles a los usuarios, donde hace sonar una campana y la gente acude con sus recipientes hasta ahí. Es un método económico pero requiere de la participación del usuario y de que esté en la casa cuando pasa el camión (CEPAL, 2016, pág. 59).

Este método se utiliza, al momento que, el camión recolector no puede pasar o continuar en la ruta, por las condiciones de las calles, por bloqueos temporales o algunas otras y los pilotos avisan a los vecinos sobre la cercanía del camión, a través de hacer sonar la bocina o avisan a tono de voz alta, en alguna esquina cercana a los beneficiarios de esa área en donde se encuentre el camión, para que ellos se acerquen a dejar sus contenedores con los residuos y desechos previamente almacenados.

2.2.3.2 Método de acera

Este es el método más utilizado en Guatemala en los diferentes municipios o aldeas en donde realizan las actividades de recolección de desechos, por entidades dedicadas a

esta labor, en donde cada empresa o unidad municipal coordina cada una de las rutas, determina un horario, personal encargado de realizar las labores y frecuencia establecida; los vecinos sacan fuera de sus viviendas o comercios los recipientes en donde ellos almacenan los residuos y desechos sólidos, como bolsas, botes, canastos, toneles entre otros.

“Consiste en que simultáneamente al recorrido del camión por su ruta, los “peones” de la cuadrilla van recogiendo los residuos, previamente colocados por los residentes en el frente de sus casas” (Gestión integral de residuos sólidos, 2016, párr. 4).

2.2.3.3 Recogida semi mecanizada con recipientes especiales por edificios o grupos de viviendas

“Sólo se requiere el trabajo de colocación en los cubos y permite reducir algo la cantidad de personal por vehículo, así como disminuir los tiempos de recorrido” (CEPAL, 2016, pág. 59)

Este método es ideal para entidades o empresas como hoteles o super mercados en donde la generación de residuos y desechos es de gran demanda y por lo mismo la logística para estos lugares debe de ser muy exacta, por los contaminantes que pueden surgir.

3. METODOLOGÍA

El presente capítulo contiene la metodología de investigación que explica en detalle de qué y cómo se hizo para resolver el problema de la investigación relacionado con el diseño de una logística eficaz en la recolección y manejo de residuos sólidos, en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché

El contenido del capítulo incluye: La definición del problema; objetivo general y objetivos específicos; método científico; y, las técnicas de investigación documental y de campo, utilizadas. En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.1. Definición del problema

Actualmente en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché en el departamento de Quiché, en el tema de la coordinación y logística para las actividades de trenes de aseo están a cargo de tres empresas privadas y de la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad, las zonas geográficas están delimitadas y asignadas a cada una de las empresas, toda la logística de rutas para atender a los domicilios y comercios están a cargo de la administración de las empresas privadas y la logística de atención a los puntos principales del casco urbano está a cargo de la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad.

Las rutas son dirigidas por los pilotos de los camiones sin previo análisis técnico de ellas, para el aprovechamiento en distancia y tiempo, cada piloto transita las rutas ajustadas a las necesidades que se le presenten para atender a los vecinos que soliciten los servicios, lo que genera el problema que atienden a vecinos que no están dentro de las zonas previamente asignadas por la municipalidad.

Los pilotos y recolectores atienden las solicitudes de los vecinos y modifican las rutas las que se adaptan para la atención de los vecinos dentro y fuera de las zonas asignadas, esto genera una falta en el control por parte de las empresas y no trasladan a la municipalidad los datos exactos de cuantas viviendas atienden actualmente y cuantas viviendas aún no entregan sus residuos a las empresas recolectoras dándoles un final diferente a sus desechos.

Cada año se realiza un contrato, en donde el propietario o representante de las empresas privadas firman un documento en donde se estipula las zonas o áreas a su cargo para que puedan brindar el servicio de recolección de desechos sólidos a los vecinos contenidos dentro del área correspondiente, debido a las molestias de responsabilidad, la falta en la identificación de las rutas para mejoras en la atención de la población con áreas asignadas a cada empresa, así como de la municipalidad, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las causas del porqué las entidades recolectoras no han evaluado y analizado la logística de las rutas en los trenes de aseo para generar propuestas de valor para sí mismas y en pro al desarrollo del casco urbano?

La propuesta de solución que se plantea al problema de investigación es el evaluar la logística que actualmente realizan los pilotos para atender las rutas de los trenes de aseo, para desarrollar propuestas de mejora y así reducir el tiempo y distancia, lo que puede generar una propuesta de valor monetario para las empresas y al tener bien definida la demanda atendida se identifica la demanda insatisfecha lo que genera una proyección de posibles ingresos monetarios para las empresas y así mejor el ornato del casco urbano.

3.2. Delimitación del problema

La delimitación se deriva de la especificación en la problemática sobre la falta de evaluación en las logísticas de rutas existentes en el desarrollo de los trenes de aseo, lo cual sirve de base para definir la unidad de análisis, período, ámbito geográfico, que comprende la investigación realizada.

3.2.1. Unidad de análisis

Entidades recolectoras

3.2.2. Período a investigar

2021 - 2022

3.2.3. Ámbito geográfico

Cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché del departamento de Quiché.

3.3. Objetivos

Los objetivos determinan los propósitos o finalidades de la investigación realizada, indica el objetivo general y los objetivos específicos.

3.3.1. Objetivo general

Evaluar la logística de recolección y manejo de residuos sólidos, en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché.

3.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un estudio de mercado
- Identificar el nivel de aceptación del actual servicio en los trenes de aseo
- Presentar un modelo de ruta

3.4. Justificación

Al observar la historia de Santa Cruz del Quiché y del crecimiento poblacional, así como el territorio ocupado por vecinos y las construcciones de viviendas que abarcan los alrededores de la cabecera municipal, población que ha crecido con los años, los terrenos libres, se observa cómo ha crecido el casco urbano al pasar de los años.

Como toda población crece así mismo surgen nuevas necesidades a cubrir por parte de las autoridades municipales y una de ellas fue el desarrollar un sistema para la recolección de desechos sólidos en las viviendas para atender a la población en general.

El sistema actual que se desarrolla para la recolección de los desechos sólidos tiene una historia de dieciocho años y anteriormente toda la población tiraba sus desechos en los diversos basureros clandestinos ubicados en diferentes puntos de la cabecera municipal.

Actualmente aún existen contabilizados por las autoridades municipales veintitrés puntos tomados como basureros clandestinos (ver Anexo No.1), esto suma a la problemática

que muchos vecinos aún no aceptan realizar un pago para recibir el servicio del tren de aseo.

Es importante y necesario evaluar la logística de recolección y manejo de los residuos sólidos que realiza la municipalidad, así como, las empresas privadas que actualmente realizan esta actividad, ante la necesidad de evaluar como las rutas actuales atienden a la población que demanda el servicio y cuál es la demanda insatisfecha que existe en el casco urbano, se plantean acciones que permitan alcanzar los objetivos planteados para cubrir aspectos relevantes a esta problemática.

En este sentido, se formula que el proyecto se convierte en una herramienta para crear una línea base para generar proyectos en búsqueda de soluciones, lo que implica un cambio positivo y efectivo que se proyecta y visualiza para el futuro, se abordaron diferentes variables en la formulación del presente proyecto para que en su conjunto sea la base para lograr el objetivo deseado.

3.5. Método científico

El método científico es el fundamento de la presente investigación con enfoque cualitativo, el que inició con:

Estudiar fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego "voltar" al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre (Hernández Sampieri, 2014, pág. 7)

La que aporta una base científica de estudio para el diseño de una logística eficaz en la recolección y manejo de residuos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, al ser una investigación con enfoque cualitativo, dado que genera una explicación en donde se interpretaron diferentes variables encontradas, lo que permitió discutir los hallazgos en todo el proceso de estudio.

Con un alcance descriptivo, permitió caracterizar las diferentes etapas del estudio con el propósito de establecer y evaluar el comportamiento de las variables que se encuentran implícitas en los objetivos de la investigación.

La presente investigación se desarrolló bajo tres fases del método científico, se identifica cada una de ellas y se plantea las

3.5.1 Fase indagadora

Es la fase inicial del método científico, en ella se obtiene información relevante para el estudio a través de fuentes primarias como de fuentes secundarias, las cuales están encaminadas para el alcance de objetivos.

Se trabajó la técnica de investigación documental, con el estudio y análisis de investigaciones realizadas, relacionadas al tema de recolección y manejo de residuos y desechos sólidos, elaboradas en diversos puntos a nivel nacional, se investigaron temas relevantes que marcaron una línea base de conceptualización encaminada a enriquecer el alcance los objetivos previamente planteados, y dentro de la misma se utilizaron técnicas de investigación de campo, se inició con entrevistas semiestructuradas dirigidas a los propietarios de las empresas recolectoras así como a al personal administrativo de la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad, posteriormente se entrevistó al personal operativo de las mismas entidades.

Adicional se diseñó una encuesta electrónica con preguntas cerradas en la plataforma Google, la que generó un enlace el cual fue compartido por medio de la plataforma de WhatsApp para que vecinos del casco urbano la pudieran responder y de allí tomar información relevante para la investigación, posteriormente se pasó a la fase demostrativa.

Se realizó un registro de ruta con el seguimiento de un camión durante todo el trayecto en la jornada laboral, a través de una aplicación de medición satelital en el teléfono móvil, desde su punto de inicio hasta el punto de reciclaje, para obtener el diseño de la ruta actual.

3.5.2 Fase demostrativa

En esta fase se valoró y analizó toda la información recabada en la fase indagadora, se realizó un vaciado de datos de la encuesta realizada a la población, en donde se analizaron variables importantes, se hizo un análisis de las entrevistas a los propietarios y recolectores y como se relacionan para el alcance de objetivos de esta investigación, al obtener todos los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación se creó una base para formular propuestas significativas y de interés para las entidades recolectoras, se trazó una ruta actual por medio de sistema GPS en teléfono móvil.

3.5.3 Fase expositiva

En esta fase se presentó los resultados de la investigación realizada en el Trabajo Profesional de Graduación, se expone la correlación entre las variables de los involucrados y como realizan actualmente la logística de los trenes de aseo, para presentar propuestas de valor para las entidades recolectoras.

Adicional se realizó una presentación a una terna evaluadora de maestros profesionales con amplio conocimiento en los temas de Formulación y Evaluación de Proyectos, a quienes se les presentó los resultados obtenidos de la investigación realizada.

3.6. Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas de investigación son reglas, procesos e instrumentos utilizados en el estudio de este proyecto, las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación.

3.6.1. Técnicas de investigación documental

Las técnicas de investigación documental se utilizaron para obtener información relevante al tema de desechos sólidos, tales como sus características, la diversificación que existe, procedimientos para su manejo, entre otras.

Se obtuvo información relevante sobre investigaciones y tesis desarrolladas en el tema sobre recolección de desechos y residuos sólidos en diferentes lugares o poblaciones de

Guatemala y las cuales son tomadas como fuentes secundarias, las técnicas que se utilizaron fueron:

3.6.1.1. Ficha textual

En este tipo de ficha se realiza la transcripción de un párrafo que contenga una idea importante, el que se escribe entre comillas, seguido del número de la página.

3.6.1.2. Resumen

Se obtiene de la lectura comprensiva de un tema y se traslada a hoja física o electrónica sobre los comprendido del tema.

3.6.1.3. Lectura analítica

Se leen los temas concernientes al tema del proyecto, para profundizar en temas relacionados al proyecto.

3.6.1.4. Fichas bibliográficas

Se enlistan las citas bibliográficas de donde se obtuvo la información sobre desechos sólidos y temas secundarios del mismo.

3.6.2. Técnicas de investigación de campo

Estas fueron utilizadas para tener una relación directa con el tema de la logística de la recolección y manejo de los residuos sólidos, en el ámbito geográfico de la cabecera municipal, sirvieron para recopilar información relevante del tema la cual se procesa y analiza en búsqueda del cumplimiento del objetivo general, así como los objetivos específicos, se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección.

3.6.2.1 Encuesta

Se realizaron encuestas con cuestionarios de preguntas cerradas y de interés sobre el tema a investigar, dirigidas a la población como unidad de análisis, la cantidad de viviendas ubicadas en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, con un total de cuatro mil novecientos treinta y dos, datos obtenidos del censo poblacional 2018, Instituto Nacional de Estadística (INE).

3.6.2.2. Entrevista estructurada

Se desarrollaron entrevistas dirigidas con preguntas abiertas y semi estructuradas de opción múltiple al personal administrativo de la Unidad de Desechos Sólidos y los propietarios de las empresas privadas

3.6.2.3. Observación

Se elaboraron guías de observación como un instrumento para obtener información relevante sobre la forma actual de cómo se realiza el manejo y traslado de los desechos y residuos sólidos, las cuales se utilizaron en las rutas y puntos de recolección, así como en el área del relleno sanitario municipal.

3.6.3. Técnicas de muestreo

Estas son el conjunto de técnicas estadísticas que ayudan a estudiar y observar una muestra representativa de la población a investigar, con ello se pretende que la misma represente lo más cercano posible a la realidad de la población total, se tomó un error estadístico aceptable.

3.6.3.1. Población

Se tomó como población a investigar las viviendas contenidas dentro del perímetro de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

Tabla 1

Tipos de viviendas por estratos, ubicadas en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Tipo de vivienda	Población total	Proporción
Casa formal	4,887	0.9908
Apartamento	21	0.0043
Cuarto en casa de vecindad	24	0.0049
TOTAL	4,932	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, INE, Censo 2018

Con un total de cuatro mil novecientos treinta y dos viviendas, datos obtenidos del censo poblacional 2018, presentado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se observa

en la tabla 1, las viviendas tipo casa formal son las que tienen mayor proporción del 0.9908 en la totalidad de las viviendas en el perímetro de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, esta estratificación se tomó de base para identificar las viviendas objetivas de estudio y proceder a realizar los cálculos de la muestra para pasar la encuesta respectiva (ver Anexo No. 7).

Tabla 2

Personal operativo y administrativo de la Unidad de Desechos Sólidos de la Municipalidad y las tres empresas privadas autorizadas para la realizar los servicios de recolección de desechos y residuos sólidos, ubicados en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché.

Empresas	Operativo	Administrativo	Total
QSL (Empresa 3)	3	1	4
Empresa 1	4	1	5
Empresa 2	6	2	8
Municipalidad	41	2	43
TOTAL	54	6	60

Fuente: Datos obtenidos de las entrevistas realizadas a los propietarios de cada una de las empresas de análisis, junio 2022.

En la tabla 2, se presenta el personal operativo y administrativo de la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad de Santa Cruz del Quiché y de las tres empresas privadas que brindan los servicios de los trenes de aseo domiciliar con un total de sesenta personas.

3.6.3.2. Muestra

Es un subconjunto de la población total a quienes se dirigió la investigación, la cual sirvió como una porción representativa de la población, con un nivel de confianza de 0.95 y un error relativo aceptable de 0.10

La muestra fue obtenida mediante la siguiente fórmula estadística de población finita:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{Z^2 * P * Q + Ne^2}$$

Donde:

N: Universo de población

Z²: Nivel de confianza del 95%

P: Proporción de elementos con características para el estudio

Q: Proporción de elementos sin características para el estudio

E²: Error de estimación al cuadrado 10%

- a) Se determinó la muestra del total de viviendas de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

N: 4932

Z²: 0.95

P: 0.50

Q: 0.50

E²: 0.10

$$n = \frac{3.8416 * (0.50*0.50*4932)}{3.8416*(0.50*0.50) +(4932*0.01)} = 95$$

En donde n es: 95

Se obtuvo una muestra poblacional en las viviendas de noventa y cinco unidades de medida.

- b) Se determinó la muestra del total de personas que laboran en las tres empresas privadas, así como del personal de la Unidad de Desechos Sólidos de la Municipalidad de Santa Cruz del Quiché.

N: 60

Z²: 0.95

P: 0.50

Q: 0.50

E²: 0.10

$$n = \frac{3.8416 * (0.50*0.50*60)}{3.8416*(0.50*0.50) +(60 *0.01)} = 37$$

En donde n es: 37

Tabla 3

Totalidad de la muestra poblacional para el desarrollo de la logística eficaz en la recolección de desechos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché

Entidad	Muestra	Total
Personal de empresas y municipalidad	37	37
Viviendas	95	95
TOTAL	132	132

Fuente: Resultados de cálculos a través de fórmulas muestrales, junio 2022.

En la tabla 3, se presenta la suma de los dos cálculos de muestras poblacionales, de las viviendas con un dato obtenido de noventa y cinco viviendas y la muestra del personal que labora en las tres empresas privadas y la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad, con total se ciento treinta y dos unidades de medida como muestra para la investigación.

Para la muestra del personal de las empresas y municipalidad se pasó una encuesta dirigida con preguntas semiabiertas a través de una entrevista (ver Anexo No. 8), para la muestra de las viviendas se realizó una encuesta de preguntas cerradas (ver Anexo No. 7) con formulario de Google trasladada electrónicamente.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo expone los resultados obtenidos de la investigación en relación con el tema de diseño de una logística eficaz en la recolección y manejo de residuos sólidos en Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché.

A través de las diferentes técnicas de investigación previamente establecidas se obtuvieron datos relevantes y de importancia para el análisis del estudio de mercado, resultados sobre el nivel de satisfacción que tiene la población en análisis del servicio prestados en los trenes de aseo y los resultados en la determinación de la ruta actual a través de un sistema de GPS.

4.1. Elaboración, análisis y evaluación del estudio de mercado sobre los residuos y desechos sólidos generados en Santa Cruz del Quiché

Es importante para la elaboración del estudio de mercado observar las diferentes variables que permiten conocer la situación actual del manejo de residuos y desechos sólidos en la cabecera municipal.

Las variables de la oferta, la demanda, la demanda insatisfecha, la capacidad instalada de cada una de las empresas que ofrecen el servicio de los trenes de aseo a la población quichelense, permitió visualizar la situación actual y como se proyecta el manejo de los desechos en la cabecera municipal; se plantea cada uno de ellos.

4.1.1. Estimación de la oferta

Actualmente existen tres empresas privadas que se dedican a realizar las diferentes actividades de los trenes de aseo domiciliarios y la Unidad de Desechos Sólidos que se encarga de atender las áreas de mercado municipal, parques del centro histórico, terminal de buses, cementerios zona 3, como puntos principales de la cabecera municipal.

Como se observa en la tabla 4, las tres empresas privadas que realizan la recolección de los residuos y desechos sólidos en las viviendas lo realizan dos veces por semana en donde cada una de las empresas desarrollan la logística de recolección según el día,

ruta, cantidad de viviendas para atender a la población que solicita sus servicios, en las áreas asignadas por la unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad, la que se detallan:

Tabla 4

Zonas y puntos geográficos asignados a las empresas privadas y la municipalidad que realizan los trenes de aseo de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

No.	Empresas	Zonas que atienden
1	Empresa 1	2 y 6
2	Empresa 2	1 (15%), 4 y 5
3	Empresa 3	1(85%) y 3
4	Municipalidad	Mercado municipal, parques del centro histórico, terminal de buses, cementerios zona 3.

Fuente: Datos obtenidos de las entrevistas realizadas a los propietarios y administradores de cada una de las empresas de análisis.

En la tabla 4, se observa que la empresa 1 tiene asignada la zona 2 y 6, pero las empresas 2 y 3 tienen compartido la distribución de la zona 1 acompañado de las otras zonas que tienen asignadas.

Esto es debido a que la empresa 3 había dejado de laborar a mediados de 2017 y las zonas 1 y 3 se le asignó completamente a empresa 2, pero en marzo del año 2018 retomo las labores y se le regresó la totalidad de la zona 3 y aproximadamente el 85% de la zona 1, lo cual es lo que tiene asignada hasta el día de hoy.

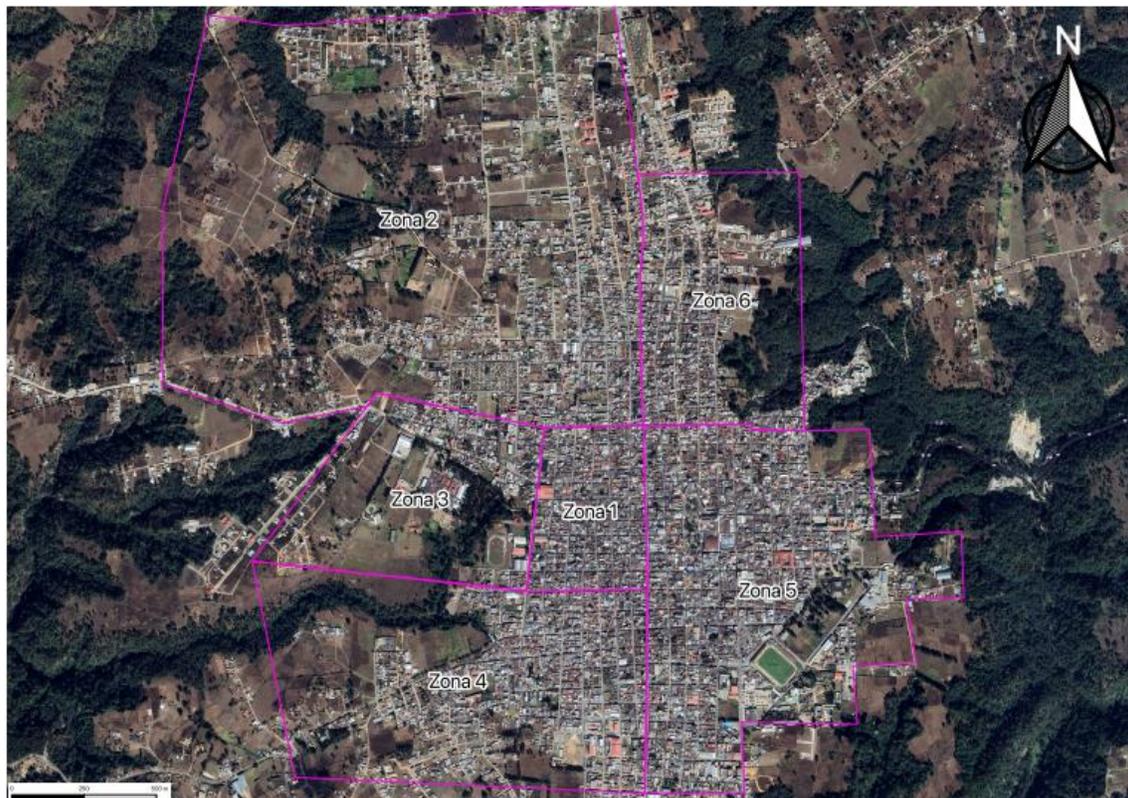


Figura 1 Croquis satelital geográfico en relieve delimitado por zonas de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché
Fuente: Programa QGIS, para el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la figura 1, se observa el croquis satelital con delimitación geográfica por zonas de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché para tener un panorama amplio de la asignación de zonas por cada una de las empresas.

Cada una de las empresas privadas realizan el proceso de recolección de desechos domiciliarios de lunes a sábado, ellos diseñan las rutas y cantidad de viviendas para atender, ajustando la cantidad diaria para poder atender al 100 % de la población que solicita el servicio.

Para poder determinar la capacidad de oferta actual en toneladas y metros cúbicos que tienen las empresas privadas para realizar las actividades de los trenes de aseo domiciliarios, se conoció la cantidad, características y dimensiones de los vehículos tipo camión que tienen cada una de las empresas.

Para poder entender la capacidad de oferta que tienen cada uno de los camiones por el diseño en sí de cada uno de ellos, se presentan los diseños en general y la capacidad total y real en volumen y en peso volumétrico.

Tipo de camión	Estilo del camión	Capacidad total en porcentaje	Capacidad real en porcentaje	Peso volumétrico
Camión tipo furgón		100%	90%	0.25 toneladas * m ³
Camión con carrocería tipo estaca o de baranda		100%	100%	0.30 toneladas * m ³
Camión tipo construcción con sistema de volteo		100%	100%	0.30 toneladas * m ³
Camión compactador		100%	100%	0.50 toneladas * m ³

Figura 2 Capacidad volumétrica de los camiones por sus características

Fuente: Datos obtenidos en capacitación recibida por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), tema del curso, Gestión del servicio de limpieza, ornato, recolección, transporte y disposición final de residuos y desechos sólidos, Modulo cuatro de diez módulos, julio 2022.

En la figura 2 se observa como las características físicas de los camiones logran determinar la oferta total para atender a la población y también por las mismas características se determina la cantidad en toneladas que logran recolectar por camión por cada viaje que realizan de forma diaria, con destino final al vertedero municipal.

Se analizó cada una de las empresas, la cantidad de camiones, sus características para determinar la oferta en metros cúbicos y toneladas que ofrece cada camión y así determinar la oferta total que actualmente tienen las tres empresas para atender la demanda de la población.

A pesar de que existe una dimensión de los camiones, se comprobó que los pilotos y ayudantes de las empresas 1 y 2, utilizan la parte superior externa de los camiones para colocar bolsas que no tengan mucho peso y eso les ayuda a ampliar el espacio de oferta para los vecinos, pero no lo completan y no lo usan en todas las rutas, únicamente cuando consideran necesario (ver Anexo No. 9).

Tanto los pilotos como los ayudantes colocan las bolsas de los residuos y desechos sólidos dentro de los camiones, para completar la demanda de los vecinos por la ruta que atienden; al momento de entrevistar a los ayudantes y pilotos indicaron que no tienen una ruta o día en especial en donde se tengan necesidad de realizar este excedente, el momento que más recuerdan que suele suceder es durante las festividades como semana santa, en la semana de la fiesta patronal en agosto y para las fiestas de fin de año.

Para poder sujetar las bolsas que exceden las dimensiones de la carrocería del camión colocan unas cintas de soporte tipo rack que tienen en sus extremos ganchos de acero las cuales se sujetan en la base inferior de la carrocería del camión, extienden las cintas a lo ancho del camión por la parte superior y posteriormente son aseguradas y enganchadas en la otra parte externa inferior de la carrocería del camión (ver Anexo No. 9), la carrocería tiene 8 agujeros específicos, cuatro en cada lado de los extremos inferiores de la carrocería, en donde aseguran y enganchan estas cintas de soporte y las mismas son ajustadas con un sistema de gancho y rack para apretarlas.

4.1.1.1. Oferta de empresa privada, empresa 1

Tienen asignada la atención de las viviendas en las zonas 2 y 6, con jornadas desde las 6 a.m. hasta las 3:00 p.m., con una persona a nivel administrativo y cuatro personas en nivel operativo, dos pilotos y dos ayudantes.

En la figura 3, se visualiza el camión tipo furgón, con las siguientes características.



Figura 3 Camión destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 1 para atención de las zonas 2 y 6

Fuente: Fotografía tomada en el lugar de parqueo de Hotel Gumarqaj zona 3, donde estacionan el vehículo al finalizar las actividades diarias de los trenes de aseo en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Las dimensiones del camión tipo furgón de la figura 3 son:

2.10 metros de alto

2.20 metros de ancho

4 metros de largo

Capacidad de 18.48 metros cúbicos

Este camión se utiliza los días de lunes a sábado para realizar las rutas en atención a los vecinos de las zonas 2 y 6, que lo tienen catalogado como camión principal, adicional a este tienen otro camión que lo utilizan solo dos días a la semana



Figura 4 Camión dos, destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 1 para atención de las zonas 2 y 6

Fuente: Fotografía proporcionada por el propietario de la empresa 1, Santa Cruz del Quiché, julio 2022

Las dimensiones del camión tipo contenedor de la figura 4 son:

2.10 metros de alto

2.20 metros de ancho

5.0 metros de largo

Capacidad de 23.10 metros cúbicos

Este camión se utiliza únicamente los lunes y jueves para completar las rutas de recolección para atender a los vecinos de las zonas 2 y 6.

Por la cantidad de residuos y desechos sólidos, la administración de la empresa coordina uno o dos viajes al día para la atención de las viviendas a su cargo como se observa en la tabla 6, y realizan los siguientes viajes por día.

Tabla 5

Cantidad de viajes diarios realizados por los camiones de la empresa 1 para la atención de los trenes de aseo en zonas 2 y 6 de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Día	Cantidad de camiones utilizados	Cantidad total de viajes por día
Lunes	2	2
Martes	1	1
Miércoles	1	1
Jueves	2	2
Viernes	1	1
Sábado	1	1

Fuente: Datos obtenidos de la entrevista realizada al propietario de la empresa 1, junio 2022.

Se observa en la tabla 5, que actualmente la empresa 1 atiende a las viviendas de la zona 2 y zona 6 en forma diaria y ellos tienen diseñadas las rutas de atención a los pobladores.

Según las rutas establecidas por la empresa, los días que tienen mayor cantidad de viviendas por atender son los lunes y jueves por lo que trabajan los dos camiones que poseen actualmente.

Adicional a los vecinos de las zonas 2 y 6, atienden las solicitudes de los vecinos de otras zonas que estén cercanas a los límites de las zonas antes expuestas, debido a que algunos vecinos desean cambiar de empresa para que les brinden el servicio de recolección.

En entrevista con el propietario de empresa 1, indica que los factores que influyen más para que vecinos de otras zonas hagan la solicitud de recolección fuera de las zonas asignadas, es que quedan en mora en otra empresa y para no pagar esa mora o pagos atrasados prefieren hacer la solicitud con otra empresa que atiende el servicio de recolección de desechos, otro factor es que no esté a gusto con el servicio brindado, sin dar mayores detalles.

Por la cantidad de residuos y desechos sólidos, la administración de la empresa coordina los viajes para atender el 100% de las viviendas a su cargo, en entrevista con el propietario de la empresa, se consultó si tienen registros históricos sobre las cantidades de residuos y desechos sólidos que ellos llevan al vertedero municipal para verificar si completan la capacidad de carga del camión, pero indica que no tienen registro de las dimensiones de los residuos y desechos sólidos que recogen todos los días, ya que es muy variado.

4.1.1.2. Oferta de empresa privada, empresa 2

Tienen asignada la atención de las viviendas de las zonas 1 (en un 15% aproximadamente), zona 4 y zona 5, con jornadas desde las 6 a.m. hasta las 4:30 p.m., con dos personas en el área administrativo y seis personas en el nivel operativo, dos pilotos y cuatro ayudantes.

Actualmente tiene dos camiones tipo furgón, como se observan en las figuras 5 y 6, con las siguientes características.

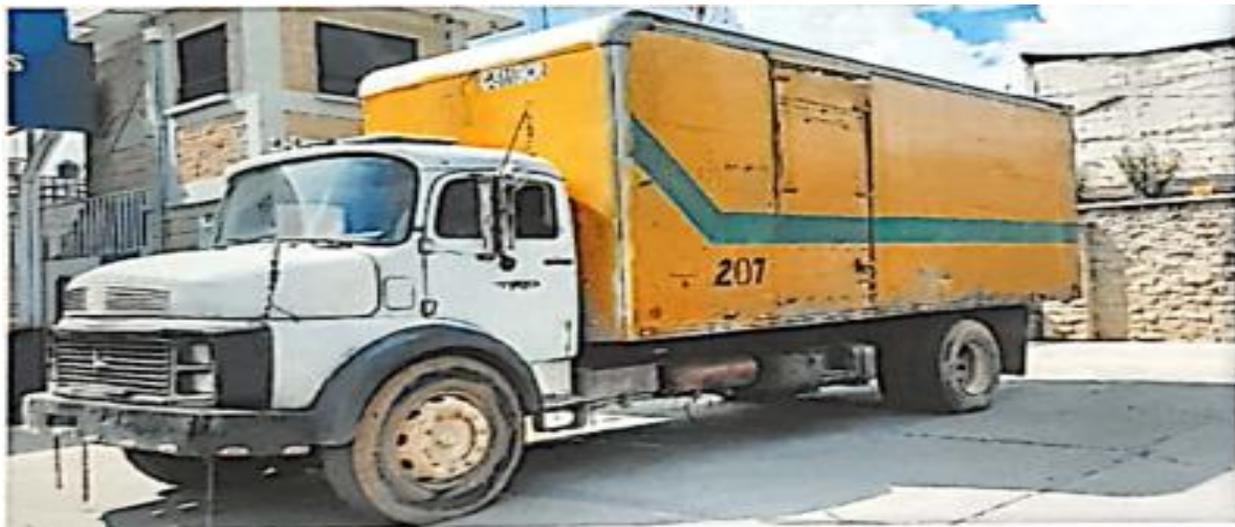


Figura 5 Camión tipo furgón destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 2 para atención de las zonas 1 y 4

Fuente: Fotografía tomada en el lugar de parqueo de la empresa 2, ubicado en la zona 04, donde estacionan el vehículo al finalizar las actividades diarias de los trenes de aseo en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Las dimensiones del camión tipo contenedor de la figura 5 son:

2.12 metros de alto

2.25 metros de ancho

6.05 metros de largo

Capacidad de 28.86 metros cúbicos



Figura 6 Camión estilo furgón destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 2 para atención de la zona 5

Fuente: Fotografía tomada en el lugar de parqueo de empresa 2, ubicado en la zona 04, donde estacionan el vehículo al finalizar las actividades diarias de los trenes de aseo en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Las dimensiones del camión tipo contenedor de la figura 6 son:

2.10 metros de alto

2.30 metros de ancho

6.60 metros de largo

Capacidad de 31.88 metros cúbicos

Estos dos camiones son los que utilizan en las rutas diarias de lunes a viernes para atender la demanda de los vecinos de las zonas asignadas, adicional a estos tienen un tercer camión que es el que utilizan para cubrir las rutas únicamente los días que los dos camiones principales están en mantenimiento o reparación mecánica.



Figura 7 Camión estilo estaca o de baranda destinado para rutas únicamente si es necesario

Fuente: Fotografía tomada a un costado del Instituto Fray Francisco Ximénez, realizando ruta por mantenimiento de camiones principales, en Santa Cruz del Quiché, agosto 2022

Las dimensiones del camión tipo estaca o de baranda de la figura 7 son:

2.70 metros de alto

2.55 metros de ancho

5.49 metros de largo

Capacidad de 37.80 metros cúbicos

El camión de la figura 7, es utilizado únicamente si es necesario, al momento que los camiones principales están en mantenimiento, reparación, caso contrario se mantiene en el parqueo de la empresa en donde realizar el primer filtro de reciclaje.

Por la cantidad de residuos y desechos sólidos de las áreas en donde realizan las recolecciones, la administración de la empresa coordina un viaje por cada uno de los camiones, pero indican que no es el mismo nivel espacial que ocupan los desechos y residuos cada día y en cada uno de los camiones.

La empresa por control interno realiza una verificación por fracciones sobre el nivel espacial que ocupan los residuos y desechos de los trenes de aseo al final de cada viaje con destino al vertedero municipal, se presenta la figura 8.

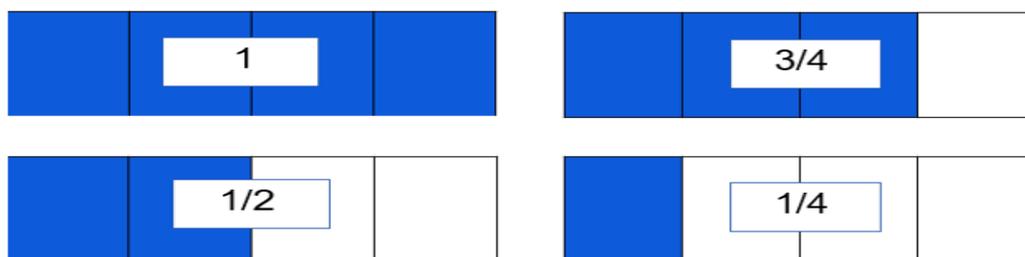


Figura 8 . Ejemplo del espacio ocupado por fracciones sobre la totalidad de las capacidades en cada uno de los camiones de la empresa 2 durante los trenes de aseo realizados en forma diaria.

Fuente: Datos obtenidos de la entrevista realizada al propietario de la empresa 2, junio 2022.

Se elabora una tabla para ampliar la información sobre como la empresa realiza este control para determinar el tamaño por dimensión visual por parte de los pilotos.

Tabla 6

Identificación por fracciones sobre la capacidad espacial ocupada en los camiones de la empresa 2 al momento de realizar las recolecciones diarias

Día de la semana	Camión cabina blanca	Camión cabina roja
Lunes	3/4	3/4
Martes	1	1
Miércoles	1/2	1/4
Jueves	1/2	1/2
Viernes	1	3/4
Sábado	1/4	No trabaja

Fuente: Datos obtenidos de la entrevista realizada al propietario de la empresa 2, junio 2022.

En la tabla 6 se observa que la capacidad de oferta que tiene la empresa 2 cubre las rutas actuales, únicamente el martes ocupan el 100% de su capacidad instalada, indica la disponibilidad de oferta para futuros viviendas asignadas o personas que desean el servicio, lo que le permite a la administración asignar el día más acorde a nuevas solicitudes por la disponibilidad que existe en cada uno de los días, y se omite el martes.

En los reportes de la municipalidad están asignada las zonas anteriormente expuestas, pero se atienden solicitudes de vecinos de otras zonas que estén cercanas a los límites

establecidos, debido a que algunos vecinos desean cambiar de empresa para que les brinden el servicio de recolección.

En entrevista con el propietario de empresa 2, indica que los factores que influyen más para que vecinos de otras zonas hagan la solicitud de recolección fuera de las zonas asignadas, es que quedan en mora en otra empresa y por problemas con los recolectores ya no desean pagar esa mora o pagos atrasados y prefieren hacer la solicitud con otra empresa que atiende el servicio de recolección de desechos.

4.1.1.3. Oferta de empresa privada, *empresa 3*

La empresa 3 tiene más de diez años dedicada a brindar el servicio de recolección de residuos y desechos sólidos, pero a mediados del año 2017 dejó por unos meses en atender el servicio de recolección de desechos domiciliarios y los servicios pasaron bajo la responsabilidad de la empresa 2.

En marzo del año 2018 retomó nuevamente el servicio, y la empresa 2 realizó un proceso de traslado de clientes a la empresa 3 dándole la totalidad de la zona 3 y el mayor porcentaje de clientes de la zona 1.

Tienen asignada la atención de las viviendas de las zonas 1 (en un 85% aproximadamente) compartida con la empresa 2 y zona 3, con jornadas desde las 6 a.m. hasta las 2:30 p.m., con una persona en el área administrativo y tres personas en el nivel operativo, un piloto y dos ayudantes.

Actualmente tienen un vehículo tipo camión como se observan en las figuras 11, con las siguientes características.



Figura 9 Camión destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 3, para atención de las zonas 1 y 3

Fuente: Fotografía tomada por el supervisor de la Unidad de Desechos Sólidos, en inspección, mayo 2022

Las dimensiones del camión tipo contenedor de la figura 9 son:

2.12 metros de alto

2.25 metros de ancho

6.05 metros de largo

Capacidad de 28.86 metros cúbicos

Por la cantidad de residuos y desechos sólidos, la administración de la empresa coordina un viaje al día para atender el 100% de las viviendas a su cargo.

En entrevista con el propietario de la empresa, se consultó si tienen registros históricos sobre las cantidades de residuos y desechos sólidos que ellos llevan al vertedero municipal, para verificar si completan la capacidad de carga del camión, pero indica que no tienen registro de las dimensiones de los residuos y desechos sólidos que recogen todos los días, ya que es muy variado, pero existen días que realizan dos viajes debido a fechas especiales con actividades grandes realizadas en la zona 01, como la feria patronal, o las fiestas de fin de año en donde realizan cambios en el horario para poder cubrir las rutas.

4.1.1.4. Estimación de la oferta total para atender a la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Al conocer la capacidad de oferta que tienen cada una de las empresas, se determinó la oferta total para atender a la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, servicio brindado por las empresas privadas quienes realizan actualmente las actividades de recolección de desechos y residuos domiciliarios, como se observa en la tabla 7, la oferta por dimensiones de los camiones que tienen cada una de las tres empresas privadas en atención a las rutas por día

Tabla 7

Estimación de la oferta total diaria, en capacidad por peso, desglosado por empresa privada

No.	Empresa	Capacidad en dimensión	Peso volumétrico, tonelada por metro ³	Capacidad real en porcentaje por el tipo de vehículo	Capacidad en peso toneladas
1	Empresa 1, camión 1	18.48 m ³	0.25 t	0.90	4.158 t
2	Empresa 1, camión 2	23.10 m ³	0.25 t	0.90	5.1975 t
3	Empresa 2, camión 1	28.86 m ³	0.25 t	0.90	6.4935 t
4	Empresa 2, camión 2	31.88 m ³	0.25 t	0.90	7.173 t
5	Empresa 2, camión 3	37.80 m ³	0.30 t	1.00	11.34 t
6	Empresa 3, camión 1	28.86 m ³	0.25 t	0.90	6.4935 t
TOTAL					40.8555 toneladas

Fuente: Datos obtenidos a través de cálculos por fórmulas de volumen y peso, proporcionados en capacitación recibida por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), tema Curso de Gestión del servicio de limpieza, ornato, recolección, transporte y disposición final de residuos y desechos sólidos, Modulo IV de diez módulos, julio 2022.

Se observa en la tabla 7, que es importante conocer las variables para determinar la conversión de la capacidad por dimensión a capacidad por peso como estimación de la oferta.

Tabla 8

Capacidad de oferta en toneladas distribuido por empresa en forma diaria

No.	Nombre de la empresa	Capacidad de oferta en toneladas
1	Empresa 1	9.3555
2	Empresa 2	25.0065
3	Empresa 3	6.4935
TOTAL		40.8555

Fuente: Datos obtenidos a través de los cálculos por fórmulas de volumen y peso, junio 2022.

En la tabla 8 se observa la estimación de la oferta total que pueden brindar las tres actuales empresas privadas para atender la recolección de los desechos y residuos domiciliarios generados por la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

En la tabla 8 se observa la integración de las tres empresas que actualmente realizan los trenes de aseo, que tienen un total de capacidad de oferta de 40.8555 toneladas diarias, cada camión realiza únicamente un viaje por día, cantidad de días laborados al año de lunes a sábado, 313 días.

En total se logra determinar que las actuales tres empresas tienen una capacidad de oferta anual para atender la demanda de la población de Santa Cruz del Quiché de 12,787.77 toneladas al año.

4.1.2. Estimación de la demanda

Para establecer la demanda de la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, se realizaron encuestas virtuales a la población en general con preguntas estructuradas y cerradas para determinar la apreciación subjetiva de la población en relación con el peso de los residuos y desechos domiciliarios generados en sus viviendas.

Se realizaron encuestas a los recolectores y pilotos de camiones de las tres empresas privadas, para determinar el punto de vista subjetivo en relación con el peso de las bolsas que recogen en las viviendas todos los días y adicional se realizó la actividad de caracterización.

Para iniciar con los cálculos de la demanda es importante conocer los datos y características de la muestra representativa del total de la población.

4.1.2.1 Población

Se realizó el cálculo de la muestra a la población total de viviendas registradas dentro del perímetro de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, con un total de cuatro mil novecientos treinta y dos, datos obtenidos del censo poblacional 2018, INE.

Con una porción representativa de la población, un nivel de confianza de 0.95 y un error relativo aceptable de 0.10, se determinó la muestra para el estudio del presente proyecto de 95 viviendas, pero al pasar la encuesta se obtuvo la respuesta de 96 viviendas como muestra final para el estudio

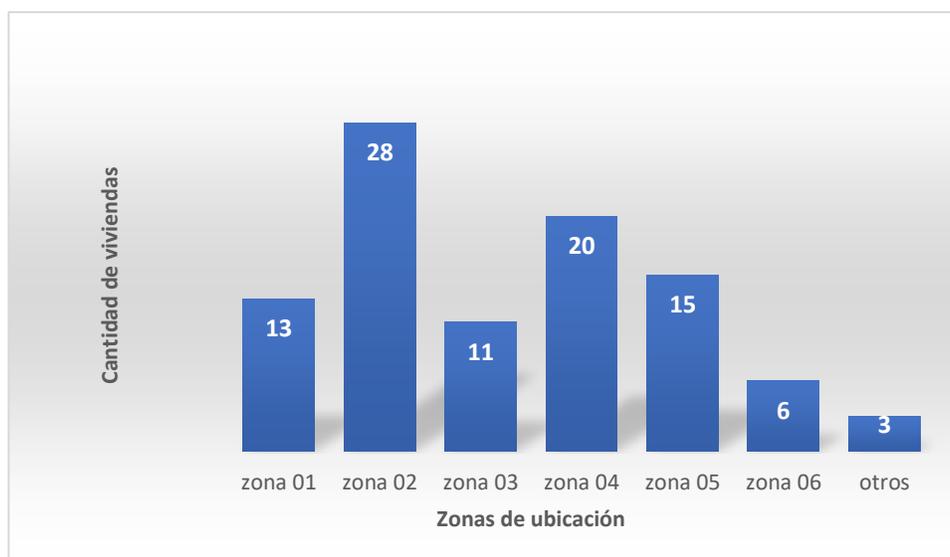


Figura 10 . Zonas de ubicación de viviendas pertenecientes a la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché
Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Con la muestra total obtenida de 96 viviendas se observa en la figura 10 que la mayor proporción de la muestra está en las viviendas de la zona 02, con 28 viviendas encuestadas y geográficamente es la zona más grande del casco urbano, cada zona tiene la cantidad de personas que generan los residuos y desechos sólidos de cada lugar, al analizarlo se obtuvo el dato per cápita de desechos para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

Tabla 9

Cantidad de personas encuestadas por zona geográfica de la cabecera municipal

Zona	Cantidad de personas que pertenecen a las viviendas encuestadas
1	78
2	154
3	48
4	86
5	86
6	27
Otra	30
Total	509

Fuente: Datos obtenidos por encuesta en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la encuesta realizada se obtuvo un resultado de la muestra, en donde indica que la cantidad de personas que residen en las viviendas da un total de 509 personas, desglosadas por zona en la tabla 9.

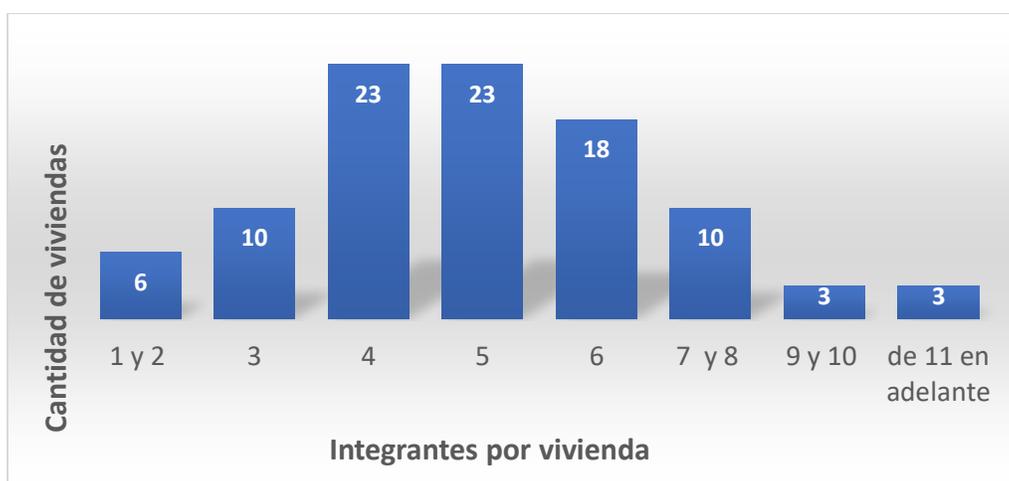


Figura 11 Cantidad de integrantes por cada vivienda

Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Se observa en la figura 11 que las viviendas en donde se realizó la encuesta tienen en su mayoría de 4 a 5 integrantes en cada una, de una muestra de 96 viviendas, se observa que 46 viviendas tienen el mayor índice de integrantes en el mismo domicilio.

4.1.2.2. *Apreciación subjetiva en relación con el peso de los desechos y residuos sólidos*

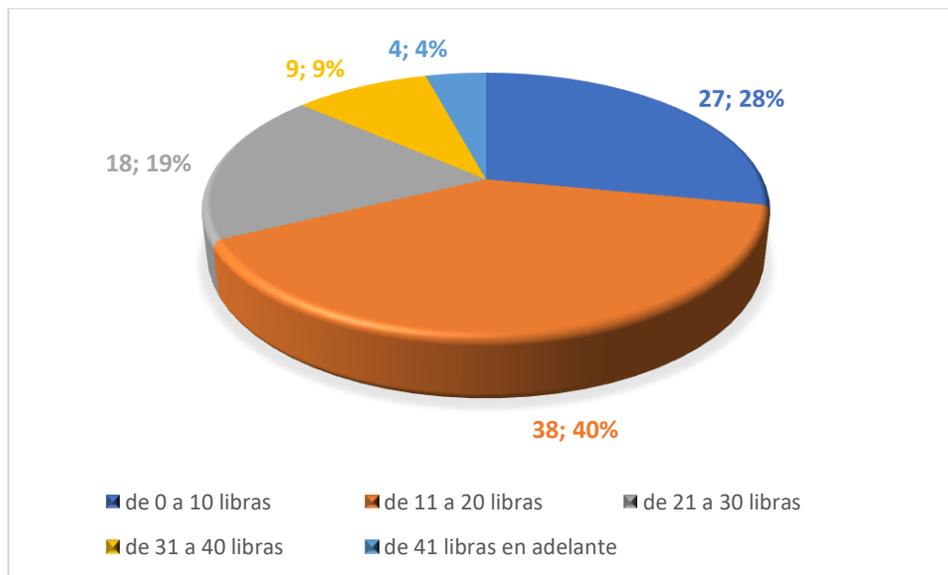


Figura 12 *Apreciación subjetiva en peso de los desechos que generan las personas en una vivienda*
Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Se observa en la figura 12 que por apreciación subjetiva de los integrantes de las viviendas el 40% de los encuestados consideran que el peso de las bolsas que entregan a los recolectores tiene un peso aproximado entre 11 a 20 libras, seguido por 28% de los encuestados que consideran que las bolsas que ellos generan pesan entre 0 a 10 libras.

Se observa que la apreciación de los encuestados es que el peso de los desechos que generan está dentro de los límites inferiores y la apreciación de los recolectores es que es más pesado, como se puede observar en la siguiente figura.

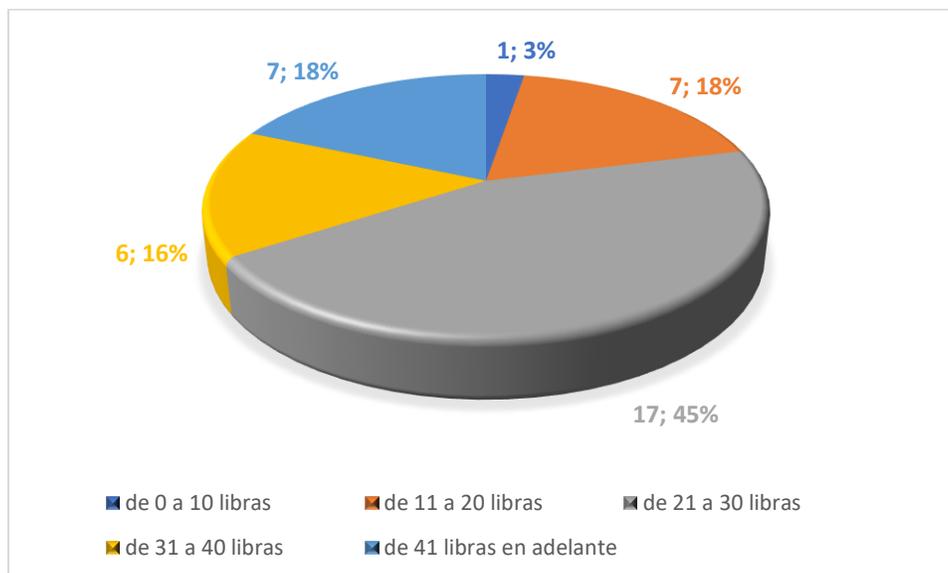


Figura 13 Apreciación subjetiva por parte de los recolectores al determinar el peso de los desechos que generan las personas en una vivienda

Fuente: Datos obtenidos en los resultados de la encuesta a los recolectores de las empresas en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la Figura 13 se aprecia que el 45% de los recolectores encuestados consideran que el peso aproximado de las bolsas que reciben en los domicilios está dentro de los rangos de 21 a 30 libras y en iguales condiciones con el 18% consideran que las bolsas entregadas a los recolectores pueden pesar entre 11 a 20 libras y entre 0 a 10 libras.

Se realizó a través de la labor de caracterización de los desechos y residuos sólidos como apreciación objetiva, para determinar los porcentajes de representación y características de los desechos generados en las viviendas de Santa Cruz del Quiché.

4.1.2.3 Caracterización de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Se tiene determinada una caracterización primaria como desechos orgánicos e inorgánicos y caracterización secundaria como cartón, papel, vidrio, plástico, metal, según decreto AG164-2021 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, C.A.

Para realizar el proceso de caracterización se realizaron una serie de pasos y procesos para obtener una muestra aceptable para el presente proyecto, la que permitió obtener información relevante sobre las proporciones según sus características y las mismas pueden generar propuestas de valor para la cabecera municipal.

La metodología que se tomó para este proceso es la establecida en la Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos comunes, elaborada por el MARN y en apoyo financiero por la PNUD en el año 2018.

El personal asignado para el apoyo a esta actividad fue personal de la municipalidad de Santa Cruz del Quiché, en total 10 personas, quienes estuvieron disponibles los días de las recolecciones.

En común acuerdo se mapeo una ruta de 108 viviendas para realizar la gestión de recolección de los residuos y desechos en los domicilios de una misma ruta asignada por la empresa 2, quienes brindaron todo el apoyo correspondiente para atender a sus clientes de esta forma en esta semana de estudio.

Se tiene determinada una caracterización primaria como desechos orgánicos e inorgánicos y caracterización secundaria como cartón, papel, vidrio, plástico, metal, según decreto AG164-2021 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, C.A.

Para analizar la correlación entre las variables, se realizó una encuesta con preguntas directas y cerradas dirigida a la población en general de Santa Cruz del Quiché y encuestas de preguntas mixtas, directas, cerradas y abiertas dirigidas al personal que realizan los trenes de aseo para obtener datos cuantitativos y cualitativos.

Se realizó una muestra de caracterización de residuos, en colaboración conjunta con personal de la Unidad de Desechos Sólidos y personal de la empresa 2, se programó las diferentes actividades necesarias para llevar a cabo la caracterización de los residuos, desde la asignación de la ruta, personal asignado para llevar a cabo la labor de recolección y transporte, personal para realizar las actividades de separación y caracterización de residuos y desechos.



Figura 14 Grupo de colaboradores de la Unidad de Desechos Sólidos, quienes apoyaron en el proceso de caracterización de desechos sólidos

Fuente: Fotografía tomada un día antes que se iniciaron las actividades, junio 2022

En la figura 14 se observan 10 personas asignadas para esta actividad, se incorporaron 2 más quienes recibieron instrucciones de todo el proceso.

Como primer paso de inicio la actividad en la sede de la empresa 2 el miércoles 22 de junio con el siguiente personal:

1 piloto quien pertenece al personal de la empresa 2

3 ayudantes que pertenecen al personal de la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad

Las cuatro personas realizaron el proceso de recolección de los desechos domiciliarios de la ruta preestablecida de 108 viviendas pertenecientes a la zona 04 de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, se inició labores desde las 6:00 a.m. en donde se prepararon las personas y el camión listo para iniciar ruta.

Los tres ayudantes se adelantaron unos minutos para iniciar la ruta, ya que recogían las bolsas de los domicilios, las cuales fueron colocadas por los vecinos en la parte frontal de las viviendas y los recolectores las recogieron para colocarlas en un solo punto en una esquina o en un lugar de las cuadras para que al momento de la llegada del camión fuera

más eficaz tener todas las bolsas juntas para aprovechar el tiempo para esta labor, esta actividad se observa en la figura 15.



Figura 15 Grupo de bolsas recolectadas en la ruta asignada para realizar las actividades de la caracterización de los desechos sólidos

Fuente: Fotografía tomada el día que se iniciaron las labores para la caracterización miércoles 22 de junio 2022

Se recolectaron las muestras en las 108 viviendas asignadas en la ruta preestablecida de la zona 4 de la cabecera municipal, dentro del camión se trasladaba el piloto y 3 ayudantes para subir las bolsas al camión asignado acomodándolas lo más ordenado posible, como se aprecia en las figuras 15 y 16.



Figura 16 Camión de la municipalidad asignado como equipo de apoyo para realizar las actividades de recolección y proceder a la caracterización de los desechos

Fuente: Fotografía tomada el día que se iniciaron las labores miércoles 22 junio 2022

Posteriormente a la recolección, la ruta termino a las 10:36 am y el camión con el personal se trasladaron a las instalaciones del vivero municipal ubicado en la zona 05 de la cabecera municipal.



Figura 17 . Lugar asignado para realizar las actividades de recolección y proceder a la caracterización de los desechos sólidos

Fuente: Fotografía tomada el día que se iniciaron las labores, junio 2022

En la figura 17 se observa las instalaciones en donde se realizaron las actividades de separación de residuos y desechos por método de cuarteo.

Las actividades de separación de desechos por método de cuarto se iniciaron a las 11:00 am, con nueve personas del personal de la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad.

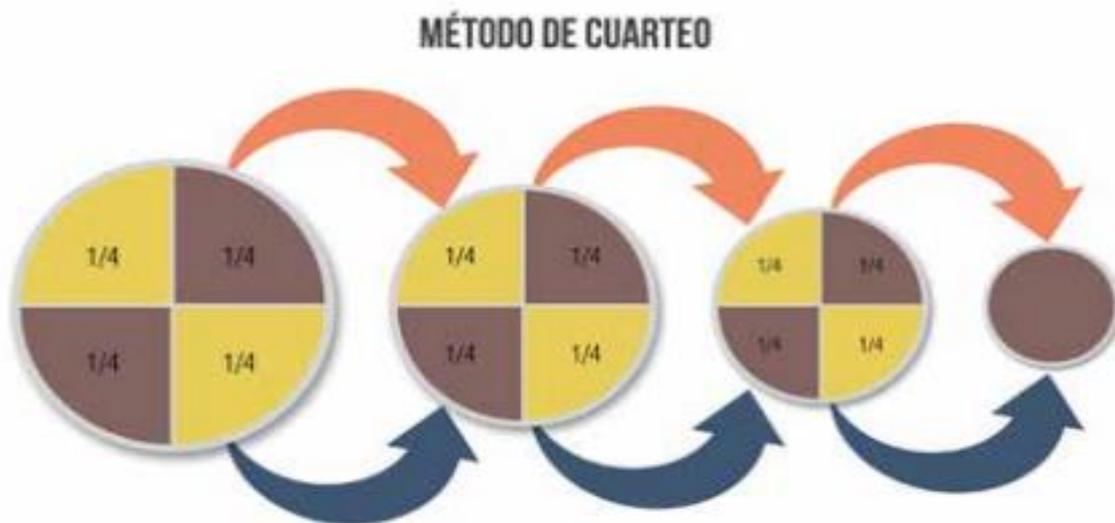


Figura 18 Método de cuarteo

Fuente: Guía para elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos comunes, MARN, 2018

Con el personal asignado se iniciaron labores, como primer punto se bajaron las bolsas del camión, se colocaron las bolsas en la parte central del área asignada, se acomodaron las bolsas para iniciar con el proceso del método de cuarteo, el cual se describe a continuación:

Se realizó la composición física de los residuos sólidos de la siguiente manera:

- a) se sacó el contenido de todas las bolsas para colocarlas en un área donde se mezclaron
- b) posteriormente los residuos sólidos, se dividieron en cuatro partes
- c) se seleccionan dos cuarteros opuestos y se retiran los otros dos restantes, a modo de reducir la muestra.
- d) se volvieron a mezclar los residuos sólidos para realizar un nuevo cuarteo, y extraer nuevamente dos cuarteros opuestos de la muestra.

Se repite el proceso como se observa en la figura 18, hasta obtener una muestra significativa de aproximadamente 100 libras.

Tabla 10

Desglose de días asignados por cada actividad de caracterización de residuos y desechos sólidos

No.	Día de recolección	Residuos y desechos sólidos acumulados en los días	Cantidad de días
1	Miércoles 22 de junio	Desde el sábado 18 de junio al martes 21 de junio	4
2	Sábado 25 de junio	Desde el miércoles 22 de junio al viernes 24 de junio	3

Fuente: Calendarización realiza por la Unidad de Desechos Sólidos y la administración de la empresa 2, junio 2022

Se tomó como muestra dos recolecciones en ruta como se observa en la tabla 10, realizadas los días, miércoles 22 de junio, con basura acumulada de cuatro días anteriores de sábado a martes y posteriormente se realizó la segunda recolección el sábado 25 de junio con basura acumulada durante tres días anteriores de miércoles a viernes, como se observa en la tabla 11.

Tabla 11

Reporte de caracterización de desechos y residuos sólidos por libra

No.	Tipos de residuos	Miércoles	Sábado	Reporte semanal	Porcentaje
1	Orgánico	54.5	55.9	110.4	55.20%
2	Cartón	5.6	3.3	8.9	4.45%
3	Papel, revistas	2.7	2.3	5	2.50%
4	Papel higiénico y periódico	2.8	2.7	5.5	2.75%
5	Plástico duro	4.2	3.6	7.8	3.90%
6	PET	6.5	2.5	9	4.50%
7	Latas	5.7	2.4	5.1	2.55%
8	Metal	1.6	10.3	11.9	5.95%
9	Pañales	5.6	6.8	12.4	6.20%
10	Bolsas plásticas	2.3	2.2	4.5	2.25%
11	Textura textil	1.1	0.8	1.9	0.95%
12	Otros	9.4	8.2	17.6	8.80%
Total en libras		102	101	203	100%

Fuente: Datos obtenidos como registro de la caracterización de desechos sólidos a través del método de cuarteo, realizado durante el estudio de campo del presente proyecto, junio 2022

Se registró el conteo por libra de la clasificación de los desechos y residuos sólidos con clasificación primaria y se observa en la tabla 11 como se distribuye en porcentajes sobre las 108 viviendas evaluadas, las que se tomaron como muestras, en donde se obtuvo que el 55.20% de los desechos están dentro de la clasificación de desechos orgánico.



Figura 19 . Equipo completo que ayudo en el último proceso de recolección y caracterización de los desechos y residuos
Fuente: Fotografía tomada al terminar la caracterización el sábado 25 de junio 2022

Las actividades se realizaron de acorde a lo programado, en la figura 19 se muestra el personal que participo al finalizar la actividad el sábado 25 de junio.

Existen diversos programas como la elaboración de compost en donde se aprovechan los desechos orgánicos, para la transformación y aprovechamiento desde la materia prima como residuos de vegetales hasta los gases que generan. Pueden crearse programas escolares, programas universitarios, de ayuda comunitaria para crear proyectos autosostenibles de grupos focales que necesitan ingresos adicionales y con ayuda y programación de parte de la municipalidad o alguna organización no gubernamental crear proyectos de aprovechamiento a este tipo de residuo.

4.1.3. Producción per cápita de desechos y residuos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Al realizar la caracterización de los desechos y residuos sólidos se obtuvo la proporción de los desechos a nivel domiciliario, separándolos como orgánicos e inorgánicos, como siguiente paso se necesitó determinar la cantidad de personas promedio por vivienda.

Tabla 12

Cantidad de personas integradas por vivienda

Integrantes por vivienda	Cantidad de viviendas	Cantidad de personas	Proporción
1	1	1	0.00196
2	5	10	0.01965
3	10	30	0.05894
4	23	92	0.18075
5	23	115	0.22593
6	18	108	0.21218
7	1	7	0.01375
8	9	72	0.14145
9	1	9	0.01768
10	2	20	0.03929
15	3	45	0.08841
Total	96	509	1.00

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta realizada a la población de Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la encuesta realizada se obtuvo un resultado de la muestra, en la tabla 12 indica que la cantidad de personas que residen en las viviendas da un total de 509 personas, desglosada, la proporción más grande del 22.593% está alojada que 5 personas residen por vivienda y el 21.218 % está alojada que 6 personas residen por vivienda, lo que se determina que según la muestra en la población de la cabecera municipal el 43.811% de las viviendas tienen de 5.44 integrantes por vivienda, lo que se tomó para determinar la generación de residuos per cápita.



Figura 20 . Camión proporcionado por la municipalidad como apoyo para realizar el trayecto de ruta para la caracterización.

Fuente: Fotografía tomada al terminar la caracterización el miércoles 22 de junio 2022

Las dimensiones del camión tipo volteo de la figura 20 son:

1.20 metros de alto

2.20 metros de ancho

4.00 metros de largo

Capacidad de 10.56 metros cúbicos

Al realizar la recolección de la ruta asignada de 108 viviendas se logró completar aproximadamente un 25% de la capacidad total del camión.

Como se planteó en la tabla 5, por el tipo de camión tipo volteo, se puede indicar que los residuos y desechos sólidos aproximadamente tienen un peso de 0.30 toneladas por m^3

En este caso se hacen los siguientes cálculos para determinar el peso total de la ruta establecida para la actividad de caracterización realizada.

Datos:

Capacidad total del camión 10.56 m^3

Proporción ocupada: 0.25

Peso en toneladas por m^3 : 0.30

Peso total de ruta: $10.56 * 0.25 * 0.30 = 0.792$ toneladas

Tabla 13

Cálculos per cápita

Cantidad de viviendas	Cantidad de habitantes por vivienda	Cantidad total de habitantes por ruta	Peso total de la ruta en kg.	Peso en kg. por habitante
108	5.44	588	792	1.3469

Fuente: Datos obtenidos como registro del primer día de caracterización de desechos, junio 2022

Para determinar el peso per cápita se consideró la conversión de 1 tonelada es equivalente a 1000 Kg en la tabla 13.

Según los cálculos anteriores se determinó que en la primera ruta realizada el miércoles 22 de junio, se obtuvo que la generación de residuos y desechos sólidos es de 1.3469 kg per cápita como dato estadístico para la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

En la tabla 14 se determinó la generación de residuos y desechos per cápita es de 1.3469Kg al día, se multiplica por la cantidad de viviendas establecidas según censo del INE para el año 2018, con una totalidad de 4932 viviendas.

Tabla 14

Demanda total anual

Cantidad de viviendas	Habitantes por vivienda	Generación de desechos per cápita al día	Demanda total anual en toneladas
4932	5.44	1.3469 Kg.	13,190

Fuente: Elaboración propia, cálculos de la demanda per cápita a demanda poblacional, agosto 2022

En la tabla 14 se observa el cálculo de la demanda para cubrir el 100% de la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché es de 13,190 toneladas al año.

Se tomaron las 4932 viviendas registradas en el INE, se multiplicó por la cantidad de habitantes estimados por vivienda de 5.44, se multiplica por 1.3469 Kg de residuos

generados per cápita al día, multiplicándolo por 365 días del año y el total se divide dentro de 1000 que son 1000 Kg por tonelada, para obtener el total anual en generación de residuos y desechos sólidos para la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché de 13,190 toneladas anuales.

4.1.4. Estimación de la demanda insatisfecha

Ya se conocen las variables de la oferta y la demanda para la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, para el tema de desechos y residuos domiciliarios.

Una de las variables de suma importancia es conocer la demanda insatisfecha que posee la cabecera municipal y como la capacidad de oferta de las empresas pueden cubrir un porcentaje de esta demanda.

El registro de viviendas según censo realizado en el año 2018, el INE indica que la cantidad de viviendas en el casco urbano de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché es de 4932, las cuales están divididas en 6 zonas delimitadas geográficamente, cada una de las empresas privadas tienen un registro aproximado (debido a que tiene una variación mensual de 50 a 75 por mes) de las viviendas que tienen a su cargo.

Tabla 15

Estimación de la demanda insatisfecha sobre la atención en las recolecciones de residuos y desechos sólidos domiciliarios

Empresa	Zona	Registro de usuarios activos	Demanda insatisfecha por zona (aproximado)
Empresa 1	2	640	428
	6	488	338
Empresa 2	1	58	78
	4	507	282
	5	732	258

	1	397	187
Empresa 3	3	385	154
Total		3,207	1,725

Fuente: Datos obtenidos en las entrevistas con los propietarios de las empresas privadas para el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Se obtuvo el dato de los clientes que actualmente son atendidos por cada una de las empresas, como se plantea en la tabla 15, las tres empresas tienen un sesgo de atención a clientes de otras zonas que no son las asignadas por la municipalidad, cerca del 2% lo que representa un incremento o disminución del dato obtenido.

Es importante plantear una opción de delimitación por zona por cada una de las empresas para que se lleven los controles de mejor forma y puedan determinar el número exacto de las viviendas atendidas y las potenciales.

En el artículo 8 del Reglamento Interno de Desechos Sólidos de Quiché, indica la obligatoriedad de suscribirse al servicio de recolección de desechos, pero para poder obtener datos más fidedignos y controles más certeros es importante crear lineamientos y límites establecidos para las empresas recolectoras, así como para los vecinos.

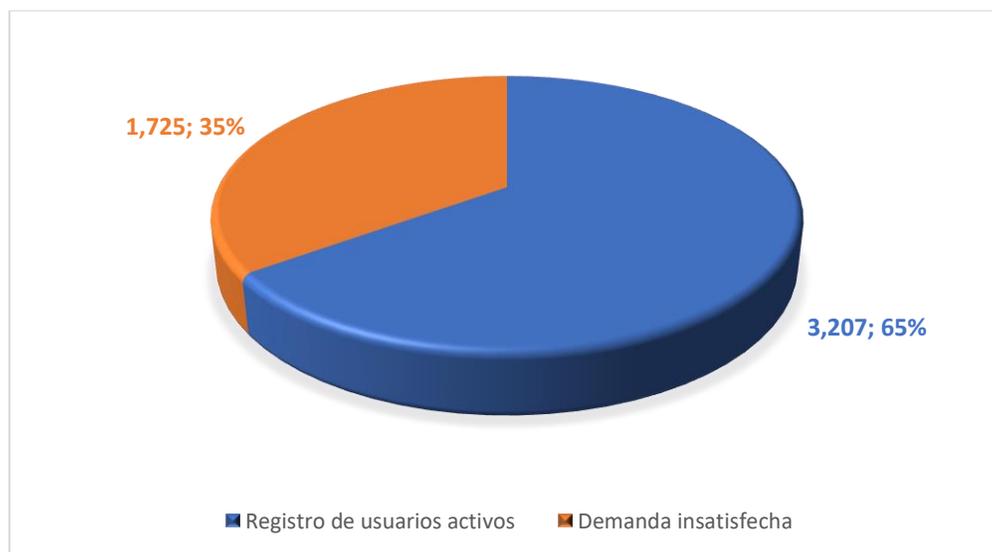


Figura 21 Registro de usuarios atendidos por las empresas privadas y registro de la demanda insatisfecha, junio 2022

En la figura 21 se observa que aún están sin atender el 35% de la población que representa a 1,725 viviendas y al realizar el cálculo de la cantidad de habitantes que representa, se consideró la mayor proporción equivalente del 43.811% de la tabla 13 que generó 5.44 habitantes por vivienda, se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 16

Cálculo de residuos y desechos sólidos no atendidos en los trenes de aseo por demanda insatisfecha

Cantidad de viviendas	Cantidad promedio de habitantes por vivienda	Producción per cápita de residuos al día	Días del año	Total de residuos en toneladas al año
1725	5.44	1.3469 Kg	365	4,613.35

Fuente: Datos obtenidos en las entrevistas con los propietarios de las empresas privadas para el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Para determinar el peso en toneladas se realizó la conversión de 1 tonelada es equivalente a 1000 Kg en la tabla 16.

Al no atender a la demanda insatisfecha del casco urbano, puede generarse una inclinación a que los vecinos utilicen los basureros clandestinos o utilicen otro fin que no ayude al mejoramiento o mantenimiento del medio ambiente, por lo que es indispensable crear medidas pertinentes para la corrección y control de esta variable.

4.1.5. Estimación de la demanda atendida

En la figura 21 y en la tabla 16, se observó que se atiende al 65% de la población que representa a 3,207 viviendas y se realizó el cálculo de la cantidad de habitantes que representa, se tomó en consideración que la mayor proporción es de 5.44 habitantes por vivienda, se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 17

Cálculo de residuos y desechos sólidos atendidos en los trenes de aseo por demanda

Cantidad de viviendas	Cantidad promedio de habitantes por vivienda	Producción per cápita de residuos al día	Días del año	Total de residuos en toneladas al año
3,207	5.44	1.3469 Kg	365	8,576.82

Fuente: Datos obtenidos en las entrevistas con los propietarios de las empresas privadas para el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la tabla 17, se tomaron las 3,207 viviendas, se multiplicó por la cantidad de habitantes estimados por vivienda de 5.44, se multiplicó por 1.3469 Kg de residuos generados per cápita al día, multiplicándolo por 365 días del año y el total se divide dentro de 1000 que son 1000 Kg por tonelada, para obtener el total anual en generación de residuos y desechos sólidos para la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché atendida con el 65% del total por elección de los vecinos ya que todos no son atendidos actualmente, esto genera que la población atendida genera 8,576.82 toneladas anuales.

4.1.6. Determinación del punto de equilibrio

Para poder determinar el punto de equilibrio primero se determinó la proyección de la población para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

Actualmente no existe un registro o historial sobre el crecimiento poblacional de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, únicamente del municipio, pero en este están incluidos las aldeas y cantones que suman la totalidad de la población del municipio, por lo que no se tomó directamente este dato histórico para el análisis del presente proyecto.

Al evaluar los datos del censo 2018 y publicado por el INE se logró determinar para esa fecha que la totalidad de la población del municipio de Santa Cruz del Quiché fue de 78,279 habitantes para el 100% del municipio y para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché están registrados 18,554 habitantes lo que representa el 23.70% de la totalidad del municipio.

Para determinar el punto de equilibrio se tomó como base el historial de la población de la totalidad del municipio de Santa Cruz del Quiché y se tomó el porcentaje del 23.70% de esta para poder proyectar el crecimiento de la población únicamente para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, debido a que dentro de esta área es donde se llevó a cabo el estudio y dentro de la misma área geográfica es atendida por las empresas privadas anteriormente expuestas.

Se tomaron los datos estadísticos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) del año 2015 al año 2021 del municipio y se calculó el 23.70% de la población para determinar a través del cálculo de regresión lineal simple con la fórmula $y = a + bx$, los datos para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, para los próximos diez años.

Tabla 18

Datos históricos estadísticos sobre la cantidad de la población del municipio de Santa Cruz del Quiché

Años	x	Población del municipio	Población de la cabecera municipal
2015	1	90,521	21,453
2016	2	91,890	21,778
2017	3	93,322	22,117
2018	4	94,849	22,479
2019	5	96,414	22,850
2020	6	97,957	23,216
2021	7	99,479	23,577

Fuente: Datos obtenidos en la página del Instituto Nacional de Estadística, consulta agosto 2022

En la tabla 18 se observan los datos históricos desde el año 2015 al año 2021 para realizar un cálculo de regresión simple y con los resultados se realiza una proyección a diez años para analizar la proyección en el comportamiento de la población.

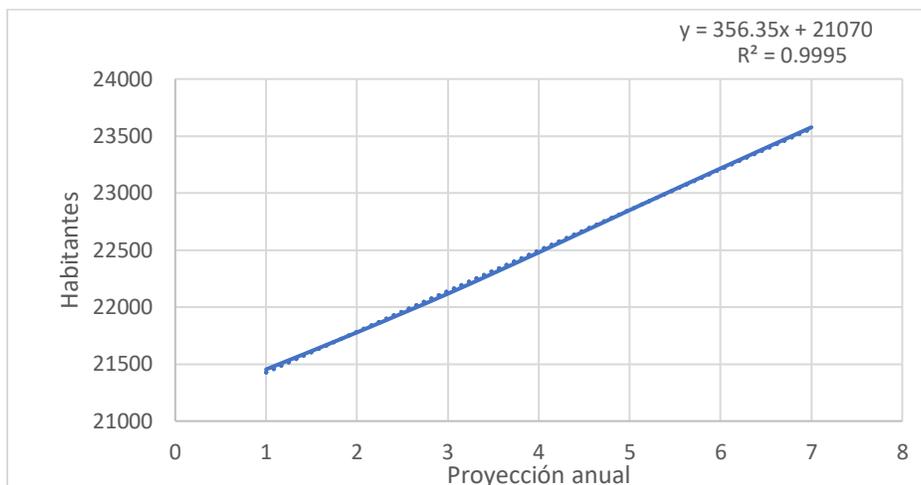


Figura 22 Gráfico que genera la fórmula de regresión lineal sobre una base histórica por la cantidad de habitantes de 8 años históricos de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

En la figura 22 se observa los resultados de la fórmula que generó la gráfica de $y = a + bx$ es igual a $y = 21070 + 356.35(x)$, para proyectar desde el año 8 al año 17 que corresponden a los años 2022 al 2031, con un R^2 del 0.9995

Tabla 19

Proyección de la cantidad de la población para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Años	x	Población
2022	8	23921
2023	9	24277
2024	10	24634
2025	11	24990
2026	12	25346
2027	13	25703
2028	14	26059
2029	15	26415
2030	16	26772
2031	17	27128

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del cálculo de fórmula de regresión lineal simple, agosto 2022

Al tener la proyección de la población para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché en la tabla 19, esta se utilizó para realizar la proyección de la demanda.

Tabla 20

Proyección de residuos y desechos generados por la población del municipio de Santa Cruz del Quiché

Años	Proyección de crecimiento poblacional	Generación per cápita kg diario	Generación per cápita kg anual	Generación per cápita en toneladas anual	Proyección de generación total de residuos en toneladas anual
2022	23921	1.34	489.1	0.4891	11,699.66
2023	24277	1.34	489.1	0.4891	11,873.95
2024	24634	1.34	489.1	0.4891	12,048.24
2025	24990	1.34	489.1	0.4891	12,222.54
2026	25346	1.34	489.1	0.4891	12,396.83
2027	25703	1.34	489.1	0.4891	12,571.12
2028	26059	1.34	489.1	0.4891	12,745.41
2029	26415	1.34	489.1	0.4891	12,919.70
2030	26772	1.34	489.1	0.4891	13,093.99
2031	27128	1.34	489.1	0.4891	13,268.28

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del cálculo de la población proyectada y cálculos de generación de residuos per cápita.

En la tabla 20, se observa la proyección del crecimiento y como la generación de los residuos va en aumento en forma proporcional al crecimiento de la población en total para este municipio.

Por la proyección en el crecimiento de la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché se analizó como este puede impactar por la generación de los desechos y residuos sólidos que genera la población y estos datos pueden servir de línea base, para las autoridades municipales al realizar toma de medidas previsoras por las dimensiones del actual vertedero municipal y la proyección de los residuos y desechos proyectados para los próximos nueve años.

Tabla 21

Proyección de la oferta y la demanda en la generación de residuos y desechos sólidos de la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Años	Proyección de la demanda en toneladas	Oferta actual en toneladas
2022	11,699.66	12,787.77
2023	11,873.95	12,787.77
2024	12,048.24	12,787.77
2025	12,222.54	12,787.77
2026	12,396.83	12,787.77
2027	12,571.12	12,787.77
2028	12,745.41	12,787.77
2029	12,919.70	12,787.77
2030	13,093.99	12,787.77
2031	13,268.28	12,787.77

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del cálculo de la población proyectada y cálculos de generación de residuos per cápita proyectada

Para determinar la proyección del punto de equilibrio entre las curvas de la oferta y la demanda proyectadas se grafica los datos de la tabla 21.

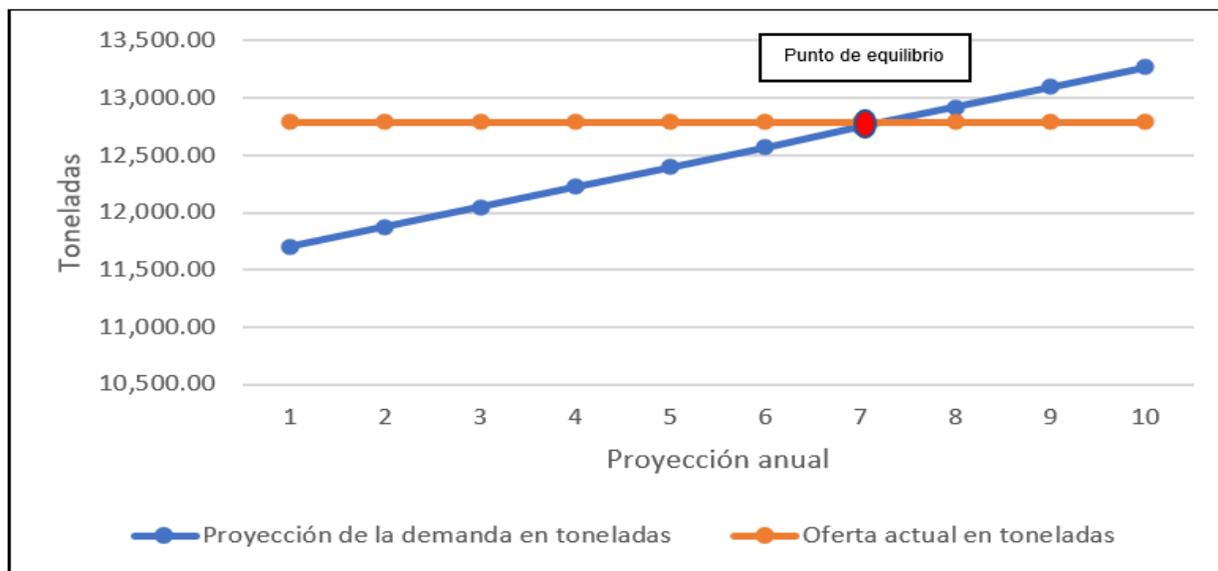


Figura 23 Gráfico del comportamiento proyectado a 10 años de la oferta y la demanda de los residuos y desechos sólidos en toneladas anuales para la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

En la figura 23 al realizar una proyección para diez años se determinó el punto de equilibrio, se observó que las curvas de la oferta y la demanda para atender a la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché en el tema de la generación de residuos y desechos sólidos, existe un punto de equilibrio en el año siete, lo que indica que, con la capacidad de oferta que poseen las tres empresas actualmente, pueden atender la demanda de la población sin ningún problema hasta llegar al séptimo año, debido a que la capacidad de oferta será superada posterior a séptimo año y las empresas deberán tomar medidas para incrementar su capacidad de oferta para atender a la población del casco urbano.

La población va en aumento y la capacidad de la oferta al mantenerse estática existirá una demanda insatisfecha con un crecimiento anual.

4.1.7. Evaluación de la oferta y la demanda

Al evaluar la capacidad de oferta que posee las tres empresas privadas de 12,787.7715 toneladas anuales y la demanda con datos de vivienda al año 2018 de 4932 viviendas, estas generaron una demanda total de 13,190 toneladas anuales, se tomó en consideración que, en cada vivienda hay de 5 a 6 habitantes, se promedia por vivienda 5.44 habitantes.

Así mismo se obtuvieron los datos que 3,207 viviendas son atendidas, lo que representa al 65% de la población total, estas generan 8,576.82 toneladas anuales y sin atender a una población de 1,725 viviendas que representan el 35%, las cuales generan 4,613.34 toneladas de residuos y desechos al año.

La oferta actual logra cubrir la demanda que si desea ser atendida por las empresas privadas que realizan los trenes de aseo, por lo que no se han visto en la necesidad de comprar más camiones y por lo mismo de contratar más personal.

4.1.8. Tarifa

Para el caso de la tarifa que los vecinos deben de pagar a las empresas privadas, existe un tarifario con escala monetaria determinado por la cantidad de bolsas y el volumen de

las bolsas que desean entregar a los recolectores, las veces que les realizar la recolección en los domicilios o en los comercios, este tarifario esta regulado según tabla municipal, la cual se encuentra en el Reglamento para la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Cruz del Quiché (ver Anexos No.10).

4.2. Análisis del servicio, por parte de las entidades recolectoras al realizar los trenes de aseo, en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

Para realizar un análisis correlacional entre las variables de la población en general se realizó una encuesta, para obtener datos sobre los niveles de aceptación del servicio actual que brindan las empresas privadas para los trenes de aseo domiciliar y los trenes de aseo que realiza el personal de la municipalidad en puntos principales de la cabecera municipal.

Se requirió información relevante en las encuestas realizadas para conocer el grado de aceptación de la población sobre los servicios que reciben en los trenes de aseo domiciliario y como perciben las labores del personal de la Unidad de Desechos de la municipalidad.

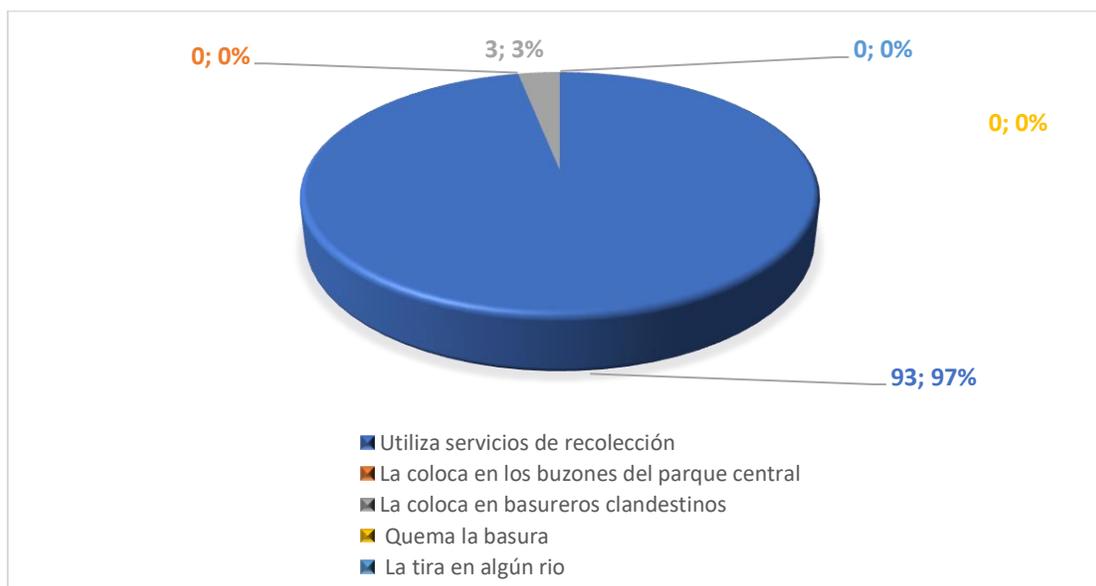


Figura 24 Como procede la población en relación con el destino final de los desechos domiciliarios

Fuente: Información obtenida a través de los resultados de las encuestas por el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la figura 24 Se observa que del 100% de los encuestados el 97 % utiliza los servicios de recolección por parte de las empresas privadas que ofrecen los servicios y un mínimo porcentaje lo coloca en basureros clandestinos.

Es interesante saber que durante las entrevistas que se les realizaron a los recolectores encargados del área de los parques del centro histórico daban a conocer que en la mayoría de las noches personas llegan a los parques a dejar bolsas grandes de basura provenientes de sus domicilios y no aparece ningún porcentaje en los resultados obtenidos.

Adicional se confirmaron 23 puntos categorizados como basureros clandestinos (ver Anexo No. 1) y de los cuales solo el 3% indicó que si los utiliza para depositar sus desechos.

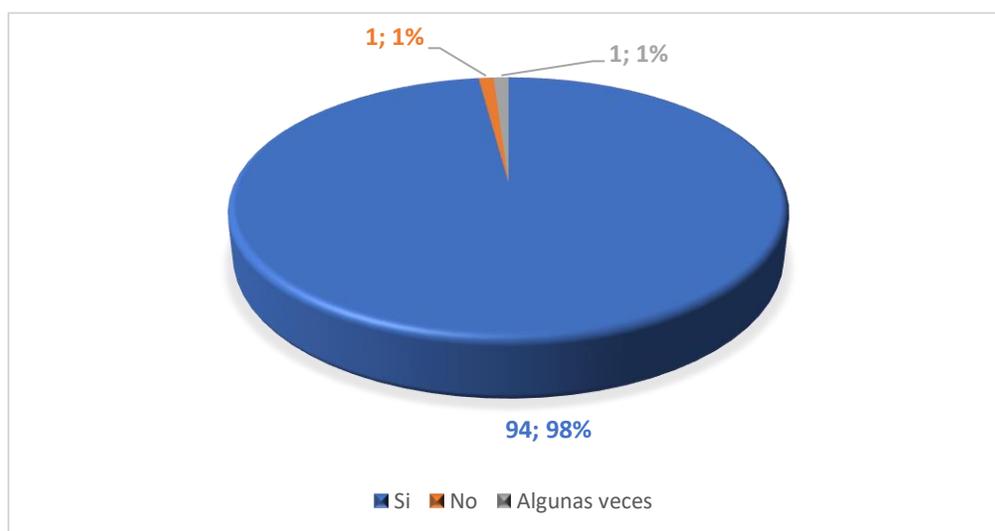


Figura 25 Confirmación de pago de la cuota por servicios de recolección otorgados por empresas privadas

Fuente: Información obtenida a través de los resultados de las encuestas por el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Se puede observar en la figura 25 que el 98 % de los encuestados si realizan sus pagos mensuales a las empresas que les corresponde brindar el servicio de recolección de desechos, por lo que se podría indicar que una proporción bastante favorable realiza los pagos, pero este porcentaje no es confirmado por parte de los propietarios de las

empresas privadas a quienes se les realizó entrevistas, indicaron que aproximadamente entre el 15% al 20% de las viviendas asignadas se mantienen en estados de mora por atrasos de 2, 3 o hasta 4 meses, y fue la misma tendencia en las tres empresas privadas.

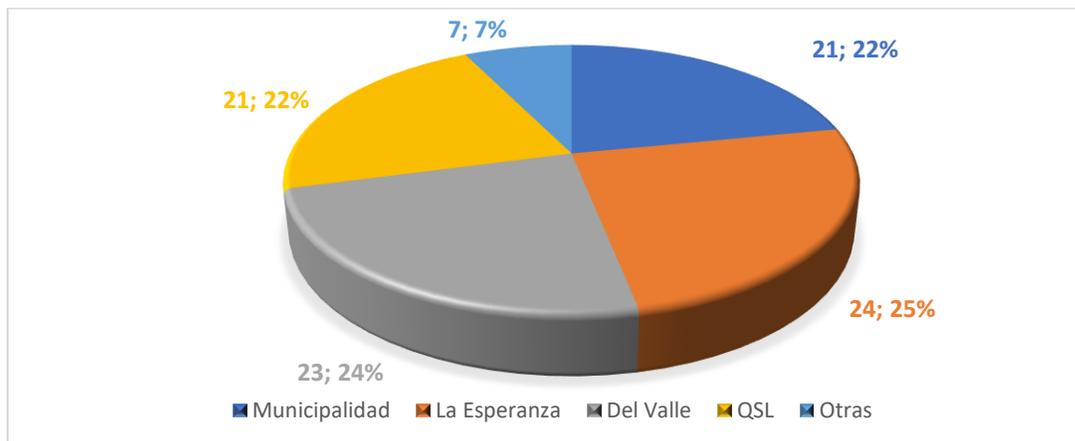


Figura 26 . Empresas que brindan el servicio de recolección de residuos y desechos sólidos

Fuente: Información obtenida a través de los resultados de las encuestas por el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Es sumamente interesante poder observar los resultados de la encuesta realizada a la población y se observa en la figura 26 que al consultarles a la población sobre el nombre de la empresa que les atiende y les realizan los cobros mensuales, indicó el 22% de los encuestados que la municipalidad realiza los cobros y por lo mismo les brinda el servicio de la recolección de los desechos en sus domicilios.

Es importante recordar que la atención de los trenes de aseo en los domicilios es únicamente para las tres empresas privadas y la municipalidad se encarga de lugares públicos como los parques del centro histórico, mercado, terminal entre otros.

El 25% indica que la empresa 2 los atiende con la recolección en sus domicilios seguido de la empresa 1 con el 24% y la empresa 3 con el 22%.

Otro punto importante es que el 7% de los encuestados marcaron que es otra empresa la que les brinda el servicio, lo cual es imposible debido a que solamente laboran tres empresas y las mismas estaban identificadas por su nombre pero las personas no las lograron identificar en la encuesta.

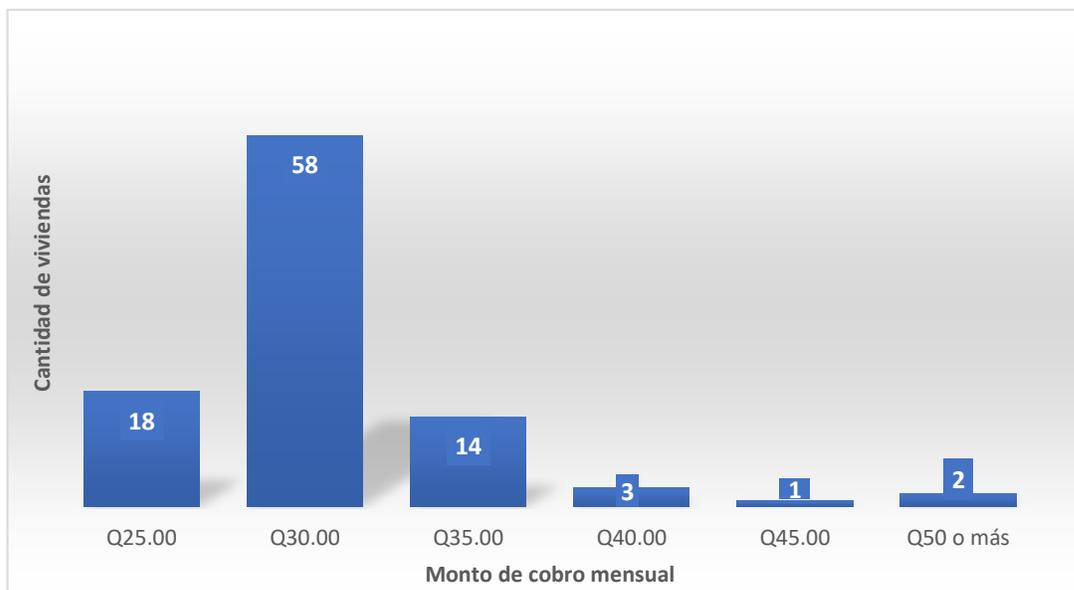


Figura 27 Tarifas pagadas por los vecinos a las empresas privadas recolectoras

Fuente: Información obtenida a través de los resultados de las encuestas por el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Según reglamento interno de la municipalidad de Santa Cruz del Quiché, la tarifa mínima establecida para los pagos de los servicios de recolección es de Q25.00, pero según la imagen 27, existen diversos cobros que les realizan a la población, la tabla se observa en (ver Anexo No. 10).

Según entrevista los propietarios indican que las tarifas adicionales están basadas por reglamento interno de la municipalidad y si en ocasiones ellos cobran más por el servicio es por cantidad de bolsas que los vecinos desean tirar que están fuera de las dos bolsas permitidas.

Por el tipo de vivienda o comercio, estos generan determinada cantidad de residuos y desechos sólidos, por lo que existen diversas tarifas en el reglamento de la municipalidad para brindar un servicio adecuado a las necesidades de cada punto de recolección y así mismo las personas deben de pagar por la cantidad de residuos y desechos sólidos que generan en su vivienda o comercio, de esta forma crean un equilibrio de servicio versus costo.

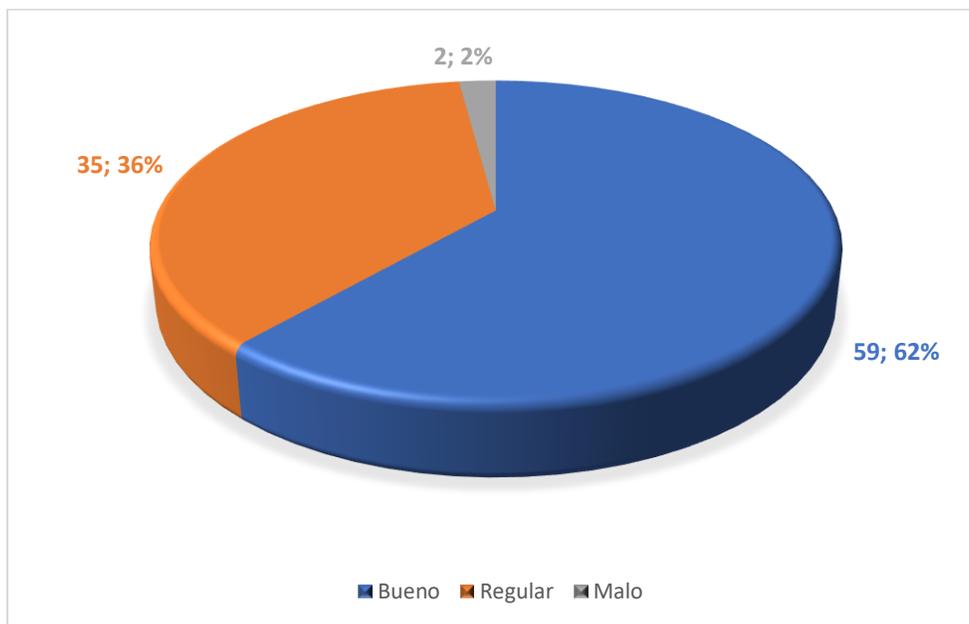


Figura 28 Satisfacción por parte de los vecinos en relación con el servicio de recolección de desechos domiciliarios

Fuente: Información obtenida a través de los resultados de las encuestas por el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Es bastante aceptable el porcentaje que se refleja en la imagen 28 con un 62% de aceptación por parte de la población en el tema del servicio brindado por parte de las empresas privadas a los vecinos de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché. Con la escala de Likert se ponderó la puntuación con un total de 590 puntos para la percepción como buena, 175 puntos en la percepción como regular y 2 puntos en la percepción mala (ver Anexo No. 13), comparándolo con la figura 27, a pesar de tener cuotas mayores a la mínima establecida por la municipalidad si requieren los servicios por parte del usuario.

Se debe de profundizar en este tema para evaluar en cruce de posibilidades y ver como se atiende de mejor manera a sus clientes, para que se pueda hacer un traslado de clientes con aceptación regular y pasarlo a la percepción buena.



Figura 29 Mejoras en el servicio de recolección de desechos domiciliarios, consultado a vecinos

Fuente: Información obtenida a través de los resultados de las encuestas por el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la encuesta realizada a la población, se entiende en la figura 29 que los vecinos priorizan ciertos beneficios para generar mayor satisfacción en los servicios que les brindan por la recolección de los desechos domiciliarios.

La que consideran de mayor importancia con un 38% es la opción de que los camiones recolectores les permita a los vecinos poder tirar más bolsas con desechos y residuos por cada ocasión que pasen a recolectar, así como de la mano y segunda opción está el permitir tirar los desechos en bolsas más grandes.

Para poder responder a esta pregunta y ver las posibilidades viables de aceptar alguna de las dos opciones, se podría realizar un conteo y llevar registros del porcentaje cubierto por la capacidad física de cada camión y con un historial determinado, se puede proyectar la opción más viable y así lograr incrementar la aceptación de los vecinos, el ejemplo de registro se observa en la figura 10.

Y para poder confirmar lo anteriormente expuesto se les realizó la misma pregunta a los recolectores, sobre las quejas más frecuentes que les transmiten los vecinos, lo que permitió la siguiente información en la figura 30.

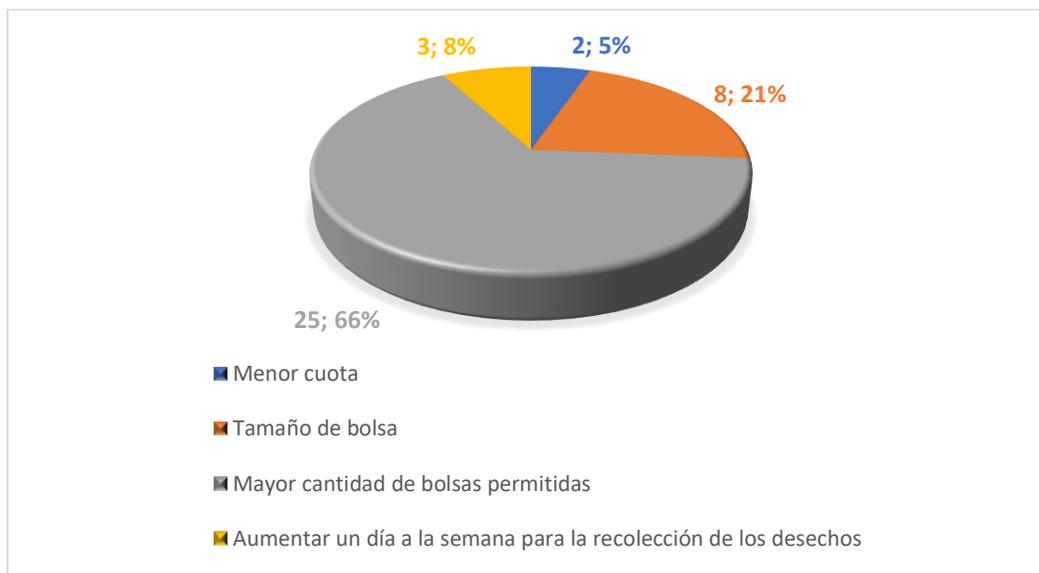


Figura 30 Mejoras en el servicio de recolección de desechos domiciliarios, consultado a recolectores

Fuente: Información obtenida a través de los resultados de las encuestas por el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

Se confirma en la figura 30, con un 66% de los recolectores que los vecinos se quejan más frecuente por la falta de aceptación de tirar más bolsas con residuos y desechos domiciliarios y un 8% para que les acepten bolsas más grandes, si se suman las dos opciones ya se puede hablar de un 87%, lo que representa en gran manera el 100% de un todo.

Para esta etapa en donde se observa la satisfacción del vecino por los servicios prestados, se puede proponer hacer un historial de registro de capacidad ocupada dentro de cada uno de los camiones, lo que permitiría a futuro crear planificaciones de nuevos procesos, se puede analizar que al incrementar las opciones, los vecinos estarían dispuestos al incremento de su cuota al ofrecerles mejoras en sus servicios.

4.2.1. Diseño de boleta para control de la capacidad ocupada en los camiones

Se presenta el diseño de una boleta como se observa (ver Anexo No.11) y el diagrama de flujo para el procedimiento de su llenado (ver Anexo No. 12), para poder obtener información valiosa acerca de la capacidad física que es utilizada en forma diaria para cada uno de los camiones y las empresas que brinden el servicio de la recolección de residuos y desechos sólidos.

Al obtener esta información en los registros de la municipalidad se podrá obtener datos de la demanda con un porcentaje de aceptación bastante completo, lo que permitirá a la administración tener un dato relevante para futuros estudios o proyectos.

4.3. Análisis de rutas en la gestión y manejo de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché

En la gestión y manejo de los residuos sólidos, existen varias etapas como lo son la generación de residuos y desechos sólidos, el almacenamiento, la recolección, transporte, procesamiento, aprovechamiento, el transporte y disposición final, cada uno de ellos de suma importancia al desarrollar la logística para los trenes de aseo, como se puede observar en el diagrama como figura 36.

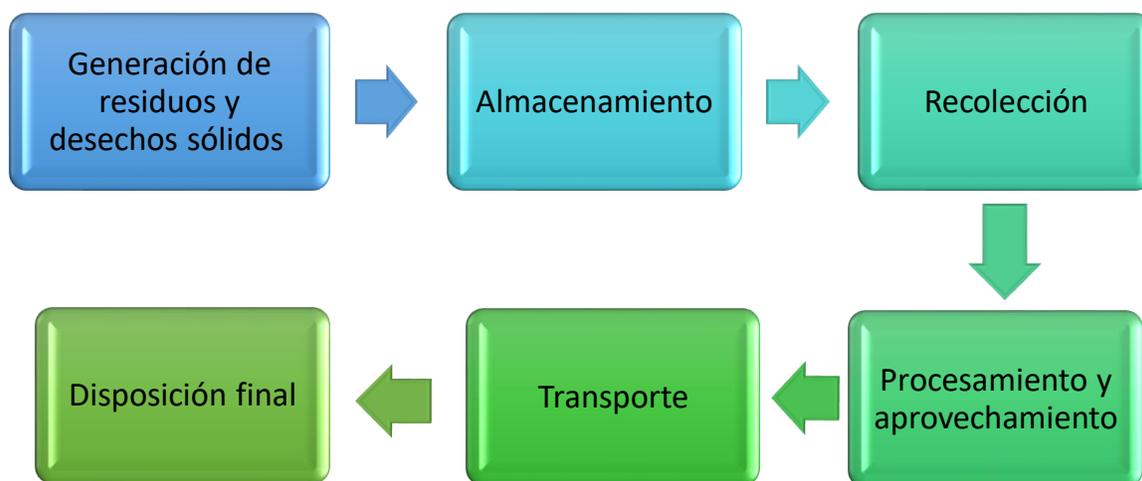


Figura 31 Diagrama de la gestión y manejo de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché
Fuente: Elaboración para el estudio de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché, junio 2022

En la figura 31 se observa el desarrollo de las diferentes actividades en cada una de las etapas de forma lógica y eficaz, se realiza una combinación de alternativas que permiten afrontar necesidades, durante la gestión de los trenes de aseo.

4.3.1. Almacenamiento

En cada una de las viviendas se generan residuos y desechos sólidos como resultado de las diferentes actividades que las personas realizan cada día, estos se colocan en un lugar específico dentro de una bolsa, caja, tonel o cualquier recipiente asignado para ese fin.

Las empresas privadas proporcionan a los vecinos de las bolsas negras tamaño grande para que depositen sus desechos y éstas serán recogidas en los días que les corresponde la ruta de su vivienda, las bosas son negras de nylon delgado color negro con dimensiones aproximadas de 24" de ancho por 30" de largo, según comentarios de los vecinos encuestados, son bolsas pequeñas y no son suficientes para colocar los desechos que se generan en las viviendas.

4.3.2. Recolección

Posteriormente inicia el proceso de recolección de los residuos y desechos en los domicilios, por parte del personal asignado pertenecientes a las tres empresas privadas que tienen a su cargo realizar las actividades de los trenes de aseo en la cabecera municipal, se inician labores desde las 6:00 am.

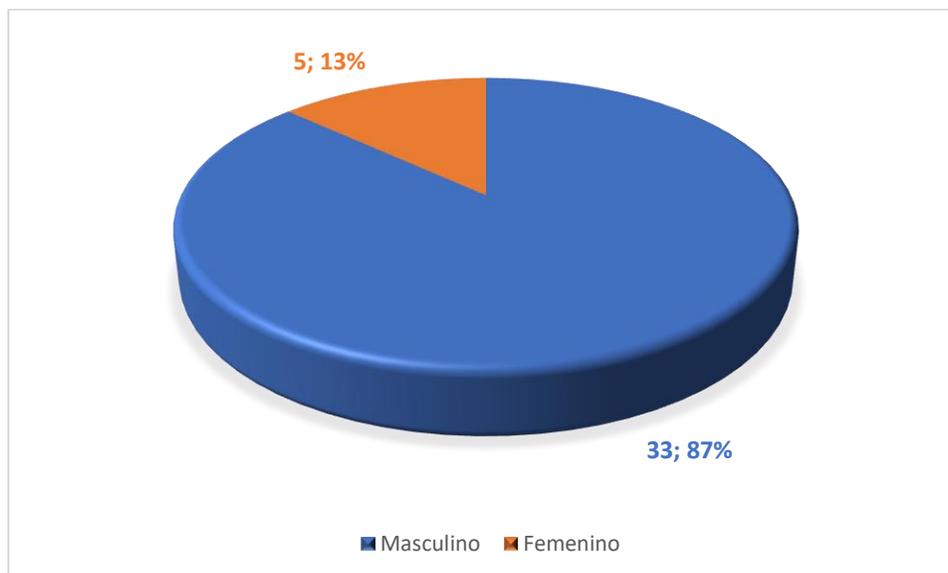


Figura 32 . Cantidad de personas dedicadas a la recolección de desechos sólidos

Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Se observa en la figura 32 que el 87% determina un alto porcentaje de personas de género masculino que se dedican a las diferentes actividades en los trenes de aseo realizados en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, debido a que la mayoría de las tareas son de cargar depósitos o carretas llenas de desechos y residuos sólidos durante todo el tren de aseo.



Figura 33 Personal al realizar la recolección de los residuos sólidos en ruta del jueves de la empresa 2, agosto 2022

Fuente: Fotografías tomadas durante el trayecto de ruta jueves de la empresa 2, en zona 04 de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

En la figura 33, se observa personal de la empresa 2, en las labores de recolección de los desechos, con cargas sumamente pesadas en el trayecto de servicio a pie, esto lo realizan en las calles en donde no puede transitar el camión y deben recolectar en viviendas y comercios, por lo que, realizan la actividad a pie y cargan las bolsas recolectadas al camión, por lo que la contratación de personal se inclina hacia el género masculino, como se observa en la figura 34.

El personal femenino únicamente se encuentra contratado por la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad, ya que ellas están encargadas de realizar las actividades de barrer los parques del centro histórico desde las 6:00 am y posteriormente se pasan a barrer el área del mercado municipal.

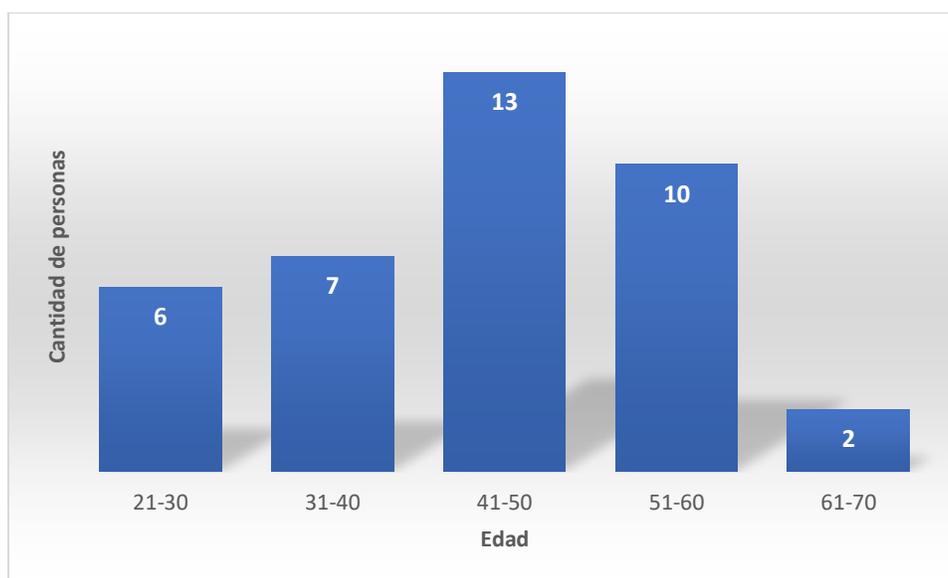


Figura 34 Edad de las personas dedicadas a la recolección de desechos sólidos

Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Se observa en la figura 34 que de 38 personas encuestadas que se dedican al servicio de recolección de desechos son de 41 hasta 60 años, contando a 23 personas que representan más del 50% de la población de estudio.

Lo que permite observar que las personas arriba de los 40 años y les sea muy complicado conseguir trabajo, en las empresas de recolección puede ser una de las posibilidades viables de empleo para ellos.

4.3.2.1 Correcto proceder de desechos punzo cortantes

Al momento de la entrevista con los recolectores se les consulto si en algún momento se habían herido por artículos colocados dentro de las bolsas de desechos y todos indicaron que en algún momento se habían lastimado, por lo que es una generalidad para ellos, debido a esto se realizó la consulta a la población sobre el proceder que realizan en las viviendas con los vidrios o recipientes quebrados, se obtuvieron los siguientes datos:

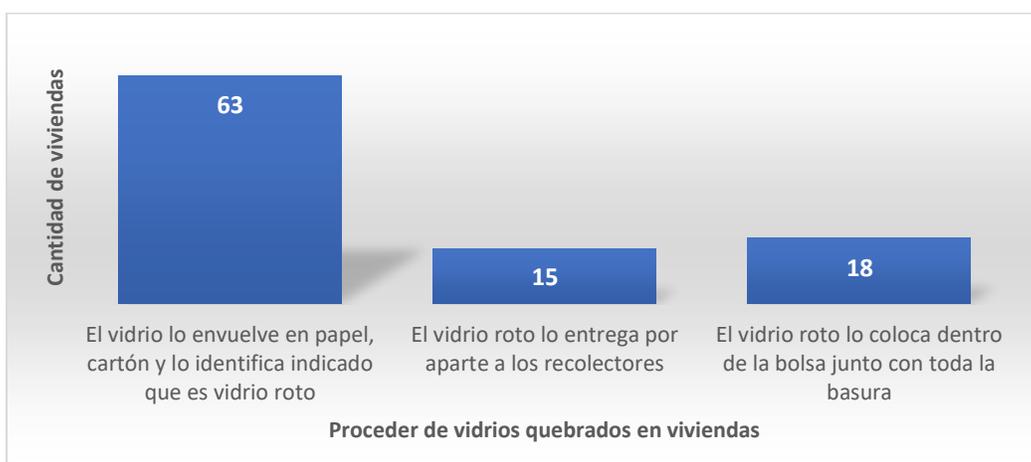


Figura 35 . Forma en como procede la población con artículos de vidrio quebrados y para disposición final
Fuente: Datos obtenidos a través de encuestas en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Como se observa en la figura 35, las personas encuestadas indican que el vidrio quebrado lo envuelven y el mismo es identificado como vidrio roto, ya que con esto consideran que se disminuyen los accidentes por cortes de vidrio.

Adicional, en las entrevistas con los recolectores, se les a ellos pregunto que cuales eran los artículos más frecuentes con los que se podían lastimar al realizar sus labores de recolección de desechos y residuos sólidos, generó los datos de la figura 36.

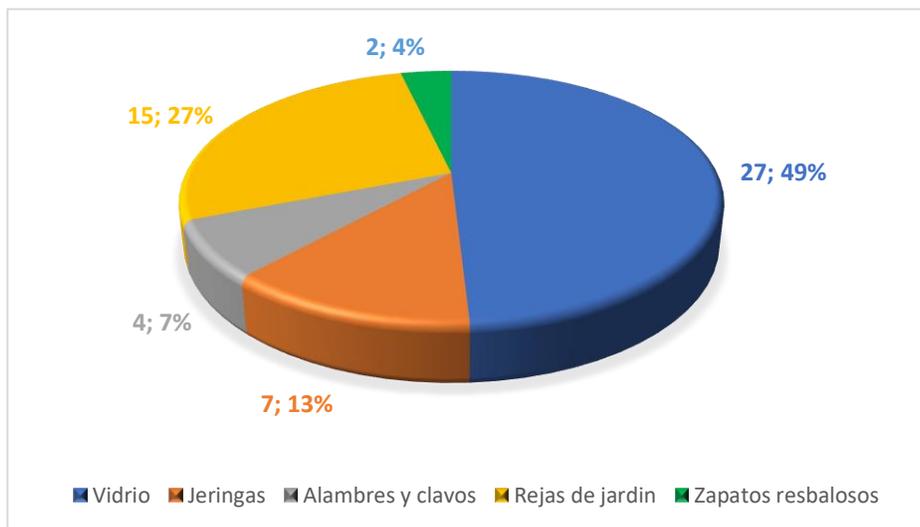


Figura 36 Artículos más frecuentes con los que se lastiman las personas dedicadas a labores de recolección
Fuente: Datos obtenidos a través de encuestas en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Es importante observar en la figura 36, que a pesar de que en las encuestas indicaron que si realizan procesos para separar, clasificar y rotular los vidrios quebrados, existe un 49% de los encuestados que indican que en algún momento de sus labores si se han lastimado con vidrios como factor principal y con un 13% de eventos por accidentes con jeringas, lo que se observa la necesidad que los recolectores si deben de utilizar guantes como medida principal de protección durante el tiempo que realizar su trabajo.

4.3.2.2 Apreciación sobre las labores realizadas por el personal de la Unidad de Desechos Sólidos en los parques

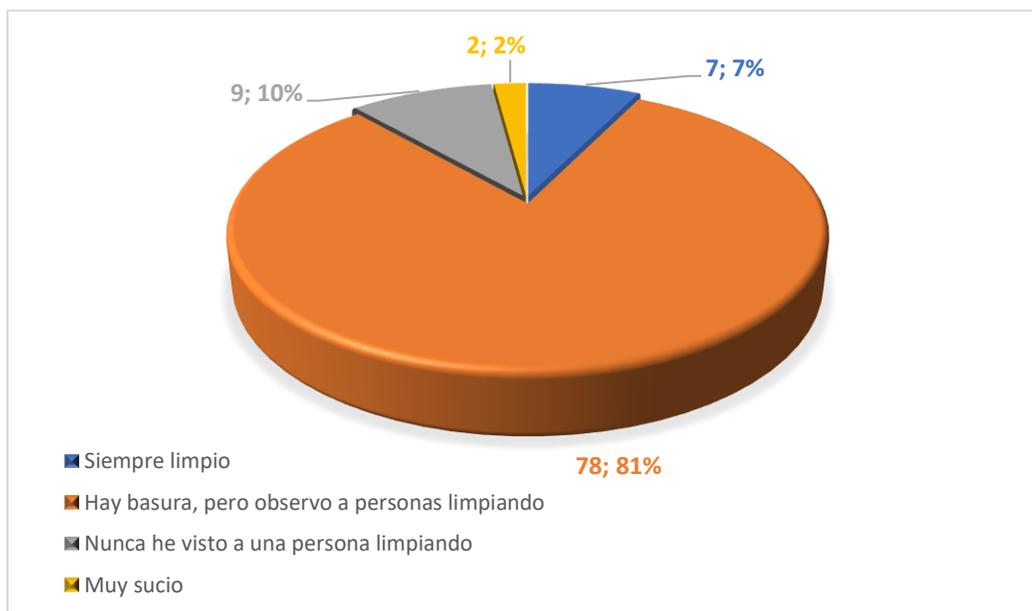


Figura 37 Percepción de la población por la limpieza en los parques del centro histórico
Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

En las diferentes actividades que realiza el personal de la Unidad de Desechos Sólidos está el realizar la limpieza en los parques del centro histórico y se les realiza una calendarización a todo el personal para que atiendan los puntos importantes o principales del casco urbano, (ver Anexo No. 3).

Es importante mencionar como lo indica la figura 37, que el 81% de los encuestados logran ver basura en los parques, pero también observan a personas que hacen las actividades de limpieza, las áreas correspondientes.

4.3.3. Procesamiento y aprovechamiento

Existen diferentes técnicas especiales para procesar y aprovechar los residuos provenientes de la recolección domiciliar

Actualmente no existe una planta de tratamiento, manejo y separación de residuos en la cabecera municipal, pero la empresa 2 si realiza una pequeña separación de cartón, desechables, plástico transparente, vidrio, papel y chatarra, las cuales realizan el proceso de separación para posteriormente venderlos para reciclaje.

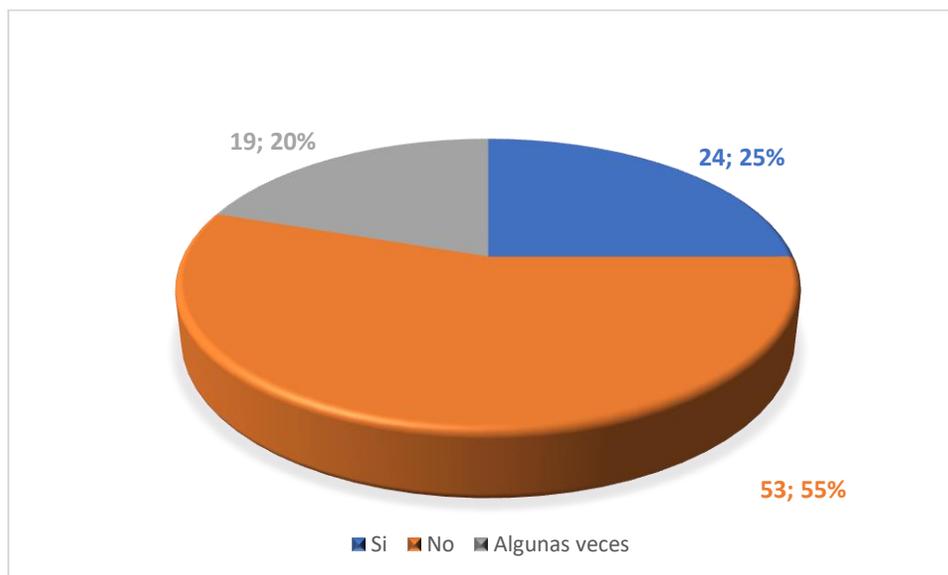


Figura 38 Proceso de separación de residuos por parte de la población

Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

Se observa en la figura 38 que el 55% de la población indica que si realiza en cierta forma el proceso de separación de residuos para que el mismo sea más fácil de separación en su destino final y así contribuir en cierta manera al proceso de reciclaje que se pueda hacer.

4.3.4. Transporte

Las tres empresas privadas realizan la logística de recolección individualmente, para atender a la población que tienen asignada o solicitada por los usuarios, cada una de las empresas privadas recolectoras pasan dos veces por semana, coordinan pilotos y ayudantes para cubrir la demanda diaria del servicio de recolección de desechos domiciliarios.

Cada una de las empresas poseen camiones con características especiales que son utilizados para el transporte de los residuos y desechos desde la cabecera municipal hasta su destino final en el vertedero o relleno municipal.

4.3.5. Disposición Final

La disposición final de todos los residuos generados por la población de la cabecera municipal es colocada en el vertedero municipal ubicado en el km. 156.5 a 15 km del territorio de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

En donde llegan todos los camiones de las empresas privadas, así como los camiones de la municipalidad, realizan los viajes necesarios sin ninguna restricción alguna.

El actual vertedero tiene una dimensión de 12,500 mts² y en donde se reciben de forma diaria un total máximo medido por la capacidad de las empresas de 38.0205 toneladas diarias, (ver Anexo No. 6).

No existe un estudio actual sobre la capacidad máxima del vertedero, proyectado para atender a la población, pero al entrevistar al personal administrativo tienen un estimado de veinte años para el vertedero actual, en el lugar se realizan actividades semestrales de cuidado y tratamiento necesario para la disminución de los vectores de contaminación, (ver Anexos No. 18)

4.3.6. Métodos de recolección de residuos y desechos

Al realizar el diseño de una ruta específicamente de las de recolección de desechos y residuos domiciliarios se involucran diversos aspectos relevantes para poder determinar la actividad de diseño de rutas eficaces, las que se pueden mencionar son: topografía, dimensión territorial, concentración de la población, cantidad de habitantes, comercios de todo tipo, cantidad de residuos per cápita, entre otros.

Al analizar los datos proporcionados por las tres empresas privadas que actualmente brindan el servicio no tienen datos sobre rutas, tiempos de espera, tiempos específicos por ruta, distancias, dimensiones por kilómetro cuadrado por zonas pobladas, debido a que hay zonas con mucho territorio verde.

4.3.6.1 Método de acera

Al entrevistar a los recolectores mencionan que la forma en que ellos realizan la recolección diaria es pasar únicamente por las avenidas de la cabecera municipal lo que genera una trayectoria en forma de S durante la ruta y al finalizar las avenidas suben por las calles, y lo mismo realizan los tres pilotos de las empresas privadas y según comentarios de los pilotos y ayudantes es la forma más eficaz para ellos debido a que están acostumbrados a realizarlo de esa forma.

4.3.6.2 Frecuencia de recolección

Al entrevistar a los propietarios de las empresas indican que por costos y por la cantidad de camiones que en la actualidad poseen solamente pueden realizar recolecciones a los domicilios dos veces por semana, y esto está estipulado en el reglamento de desechos y residuos sólidos de la municipalidad.

Tabla 22

Frecuencia de viajes diarios al vertedero municipal de Santa Cruz del Quiché.

Día	Cantidad de camiones utilizados por empresa			Cantidad total de viajes por día
	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	
Lunes	2	2	1	5
Martes	1	2	1	4
Miércoles	1	2	1	4
Jueves	2	2	1	5
Viernes	1	2	1	4
Sábado	1	1	1	3

Fuente: Datos obtenidos en las entrevistas con los propietarios de las empresas privadas que atienden los trenes de aseo para la cabecera municipal

Como se aprecia en la tabla 22, los días que tienen más rutas hacia el vertedero municipal son los lunes y jueves, con cinco viajes cada día, y el sábado únicamente un viaje por empresa, lo que suma tres viajes al día.

Al consultarles a los propietarios, indican que no tienen analizado realizar algún cambio de vehículos, ya que los que poseen actualmente los tienen en funcionamiento diario y a los mismos les dan el mantenimiento necesario para disminuir desperfectos y así cubrir las rutas asignadas con la demanda de los vecinos.

4.3.6.3 Tiempos y procesos en las rutas actuales

Se determinaron los tiempos de cada una de las fases, por cada una de las rutas de las tres empresas.

Tabla 23

Tiempos utilizados por fases en la secuencia de ruta laboral al día por empresa

Fase	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
Horario de inicio	6:00 am	6:00 am	6:00 am
Preparación	10 minutos	15 minutos	5 minutos
Recolección	170 minutos	150 minutos	190 minutos
Refacción	10 minutos	10 minutos	10 minutos
Recolección	180 minutos	160 minutos	150 minutos
Almuerzo	60 minutos	60 minutos	45 minutos
Reciclaje	0 minutos	120 minutos	0 minutos
Traslado	30 minutos	35 minutos	35 minutos
Destino final	45 minutos	30 minutos	40 minutos
Retorno	20 minutos	25 minutos	25 minutos
Horario de finalización	3:00 pm	4:40 pm	2:30 pm

Fuente: Datos obtenidos en las entrevistas con los propietarios de las empresas privadas que atienden los trenes de aseo para la cabecera municipal

En la tabla 23 se observa que cada una de las empresas inician labores a las 6 am, pero en el caso de QSL termina labores a las 2:30 pm lo que le permite al personal terminar labores antes y disponer de su tarde para otras actividades.

Cada una de las empresas realizan las rutas con los tiempos que consideran convenientes a su favor y los pilotos y ayudantes están satisfechos con sus labores diarias.

4.3.7. Modelo para evaluación de rutas en la recolección de desechos y residuos sólidos

Los puntos principales de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, como los tres parques del centro histórico, la terminal, el mercado central, la biblioteca, el asilo, entre otros es responsabilidad de la administración y organización de la Unidad de Desechos Sólidos de la municipalidad, en donde el supervisor de esta unidad coordina al personal y rutas para atender la demanda de estos lugares, (ver Anexo No. 2).

El servicio a los domicilios está a cargo de la logística realizada por la administración de cada una de las empresas privadas en las zonas asignadas por la Unidad de Desechos Sólidos y más específicamente por solicitudes individuales que los vecinos pueden presentar a las empresas para que les realicen la recolección en sus domicilios o empresas.

Para realizar el diseño de una logística eficaz, aplicado a las rutas actuales en la recolección de los desechos domiciliarios, en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, como primer punto, es el tener el conocimiento previo de las rutas, se observó como los pilotos de los camiones y ayudantes de las tres empresas privadas que ofrecen este servicio, transitan las calles y avenidas de la cabecera municipal y como durante el trayecto, coordinan las actividades de recolección en todos los domicilios que abarcan las rutas asignadas por día y zona.

Al tener conocimiento de las rutas actuales, se analizaron las variables de distancia en servicio, distancia a pie y distancia en trayecto, se puede analizar y proponer mejoras en la distribución de trayectos, giros a la izquierda y giros a la derecha dentro de las rutas para optimizar los recursos de las empresas, a través del sistema de posicionamiento global GPS, se utilizó una aplicación de rastreo de rutas en un teléfono celular llamado GPS Logger, en donde se obtuvieron datos de dos rutas, se obtuvieron datos relevantes

como tiempo total de ruta, distancia total del recorrido, velocidad media durante el recorrido.

Al momento de realizar el trayecto, se siguió al camión durante toda la ruta en un vehículo particular, para acompañar todo el recorrido, tiempos de espera, giros a la izquierda, giros a la derecha, retornos realizados por los camiones, para poder grabar con sistema de posicionamientos GPS y que los mismos se registraran en la aplicación móvil para realizar una evaluación posterior.

4.3.7.1 Ruta del jueves de la empresa 2

La ruta analizada fue la realizada por el personal de la empresa 2 el jueves 25 de agosto, dio inicio el día laboral a las 5 a.m., esta ruta fue atendida fuera de lo normal, debido a que la empresa posee tres camiones para estas labores, dos de ellos que son tomados como los principales estaban en ese momento en mantenimiento y el tercer camión lo ocupan para realizar las rutas con todo el personal de la empresa, por lo que inician labores una hora antes para atender la ruta del camión, uno por la mañana y la ruta del camión dos lo atienden por la tarde.

En esta ruta evaluada, laboraron, un piloto y seis ayudantes, para atender la ruta del jueves, que abarcan domicilios de las zonas 4,5 y algunas viviendas de la zona 6 de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.



Figura 39 Resultado de grabación de ruta por sistema de GPS Logger, jueves 25 de agosto 2022

Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

En la figura 39, se observa lo que genera la aplicación al finalizar la grabación de la ruta, se marcaron puntos estratégicos que se consideraron relevantes en la evaluación, para identificarlos como puntos principales y para identificar posiciones de comercios relevantes en la ruta.

Al finalizar la ruta se obtienen datos sobre la totalidad de distancia recorrida, para esta ruta evaluada, la aplicación registró una distancia total de la ruta de 9.45 kilómetros correspondientes a la ruta del jueves, en esta se atienden a vecinos de las zonas 4, 5 y algunas viviendas de la zona 6 con una duración de 4 horas y 53 minutos.

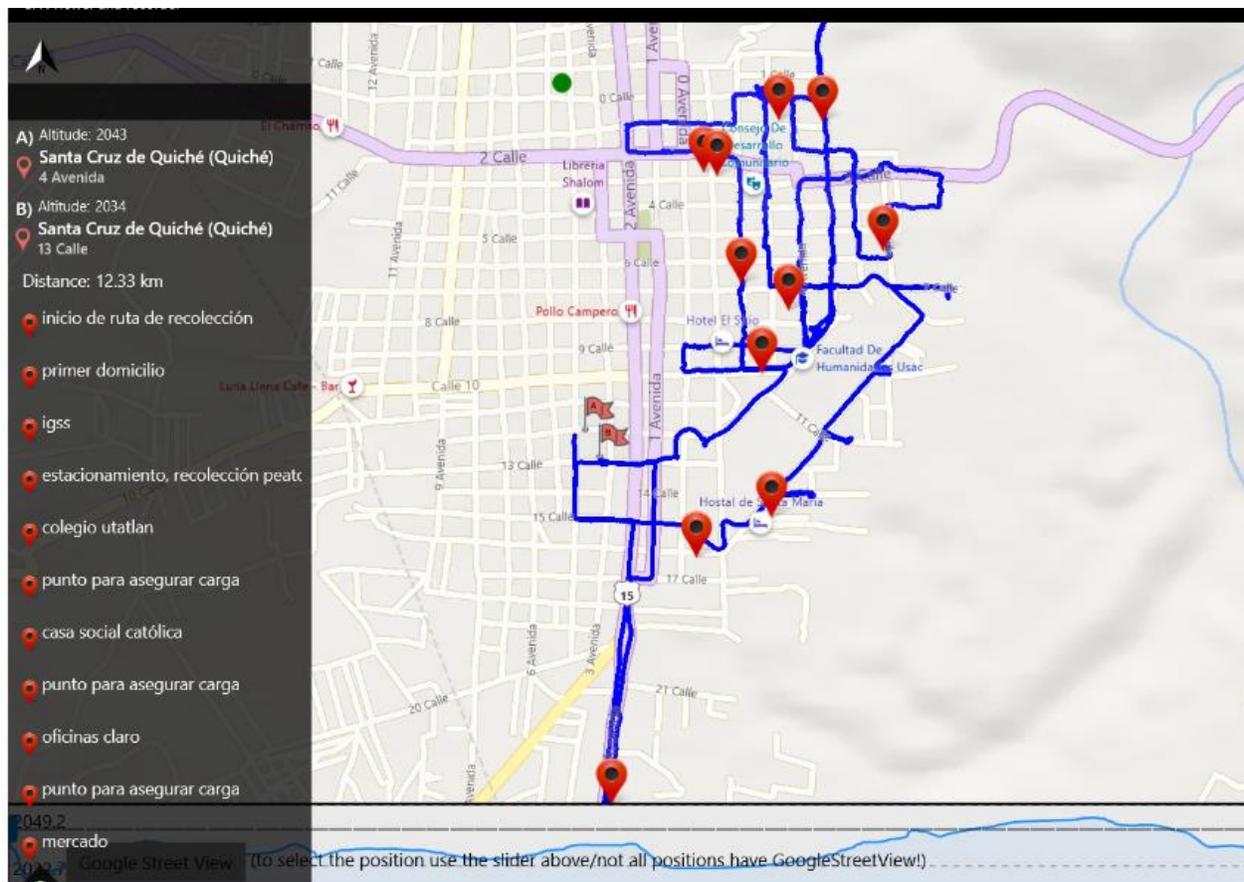


Figura 40 Resultado de grabación de ruta por sistema de GPS Logger, generó los puntos principales durante la ruta jueves 25 de agosto 2022

Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

En la figura 40 se observa los diferentes puntos principales durante la recolección de los desechos domiciliarios atendidos por el personal de la empresa 2, que dio inicio a las

5:00 a.m. en el banderín A y finalizó la ruta en el banderín B, en donde el personal de la empresa realiza el primer filtro de reciclado, esta actividad la realiza el personal de forma diaria.

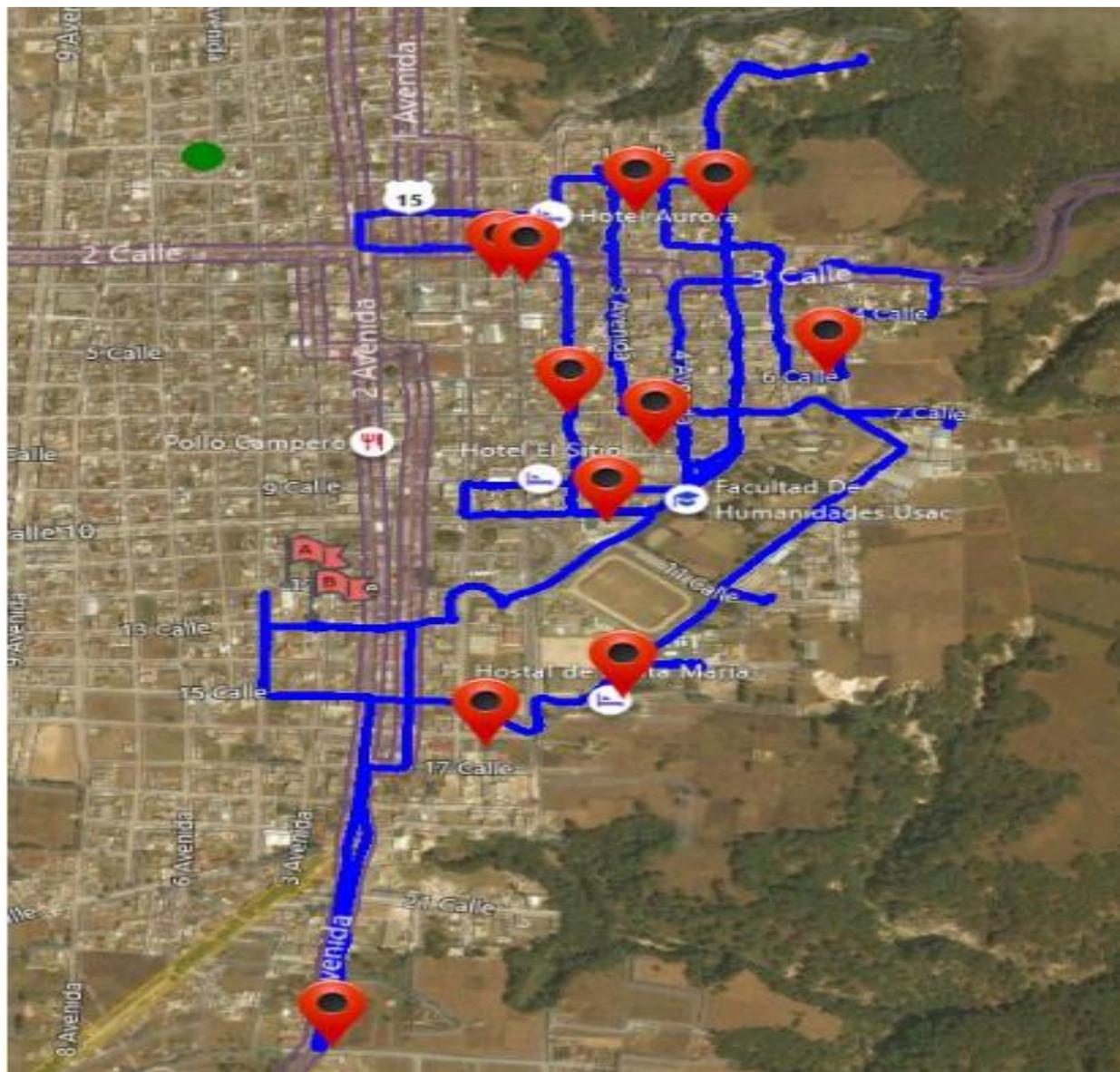


Figura 41 Resultado de grabación de ruta por sistema de GPS Logger, que indica los puntos principales durante la ruta jueves 25 de agosto 2022

Fuente: Datos obtenidos en el estudio de la logística de desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché

En la figura 41 se observan las calles y avenidas principales correspondientes a la ruta del jueves de la empresa 2, en las zonas 4,5 y algunas viviendas de la zona 06.

La misma aplicación al estar enlazada satelitalmente, plasma dentro del mapa los nombre de las calles y avenidas, así como resalta el nombre de establecimientos comerciales medianos y grandes.

Al finalizar la ruta se trasladan los datos a una tabla de análisis para determinar la totalidad en distancia en metros sobre las variables de recorrido en servicio, recorrido de servicio a pie y recorrido en tránsito.

Para evaluar cada una de cuadras, se anotó sobre qué calle o avenida se realizó el trayecto, se colocó la nomenclatura de las calles o avenidas en el inicio y fin de cada una y el giro a la derecha, izquierda o retorno que se realizó al finalizar ese trayecto dentro de la ruta.

La suma de cada una de las líneas generó un total en cada una de las variables, lo que permitió analizar los posibles cambios, durante el recorrido se respetaron las vías y generó una ruta más eficaz al disminuir los giros y trayectos innecesarios, para disminuir la distancia, lo que permite disminuir costos, como el combustible.

4.3.7.2 Reporte de ruta del jueves de la empresa 2

Al observar la tabla en (ver Anexo No. 18), se puede identificar en el encabezado, el día realizado de la ruta, horario de la ruta, cantidad de personas que laboraron ese día, encargadas de realizar la ruta, se detallan datos como los nombres de las calles o avenida en donde paso el trayecto de la ruta, se tomó como inicio el nombre de la primera columna que corresponde al punto de inicio de ese trayecto, indica sobre qué calle o avenida corresponde, desde que calle o avenida inicia el trayecto y se finaliza con el nombre de la calle o avenida como punto final del trayecto, al finalizar el trayecto se coloca si el camión gira a la derecha, a la izquierda o realiza un retorno, posterior a esto se registra la cantidad de metros recorridos en ese trayecto y se identifica si en el trayecto se realiza el servicio de recolección, el servicio a pie, o únicamente pasó el camión en tránsito.

Se realiza un cuadro síntesis sobre la totalidad de los giros realizados a la derecha, a la izquierda o retornos de cada trayecto, total de los servicios, servicio a pie o servicio en tránsito.

Tabla 24

Resumen de recorrido en ruta de la empresa 2, para atender a vecinos de las zonas 4, 5 y 6

Descripción	Total en metros
Recorrido total	19000
Recorrido en servicio	8110
Servicio a pie	600
Recorrido en transito	10290
Vueltas a la derecha	20
Vueltas a la izquierda	28
Retornos	7

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos posterior a la evaluación de la ruta de la empresa 2, agosto 2022

Al observar la tabla 24, en donde se colocaron los totales en metros de cada una de las variables que se analizaron para la ruta del jueves de la empresa 2, se observa la totalidad de 19,000 metros como recorrido total.

Se tomo una base de 100 metros por cuadra analizada de esquina a esquina, sin importar que estén en las calles o avenidas, el recorrido en servicio es de 8,110 metros y el servicio a pie es de 600 metros, los cuales los realizaban cuando el camión tomaba un punto para asegurar la carga y los recolectores fueron a domicilios a realizar la labor de recolección en el tiempo que otros ayudantes aseguraban la carga.

Es importante analizar todos los giros y en el mapa observar los trayectos de las calles o avenidas para presentar una nueva ruta en donde se reduzca la distancia en metros, lo que puede generar disminución en los costos de combustible.

El modelo para una nueva ruta del jueves para la empresa 2 quedó de la siguiente forma:

4.3.7.2 Reporte de ruta del jueves de la empresa 2

Se observa en la tabla (ver Anexo No. 14), que al modificarse la tabla original con 55 trayectos, estos se redujeron en la tabla a 50 trayectos y en los cuales proyecta la atención al 100% de la población de esa ruta.

Se eliminaron los puntos seis y siete, debido a que el camión hace un recorrido al banderín B, para entrega de reciclaje de Mc donalds, para resolverlo puede esperar el

pickup recolector de reciclaje en la esquina de la 17 calle y 1ª. Avenida de la zona 04, para que le entreguen al pickup el reciclaje y se lo lleve al punto B y así el camión continúa con la ruta.

Adicional se eliminaron los puntos veintitrés y veinticuatro debido a que realizaban un contorno de una manzana y posteriormente cuando regresaron de la colonia de la zona 6, volvieron a realizar el mismo contorno de la misma cuadra.

Se coloca el cuadro de resumen en donde se observa la reducción de los metros en las casillas en donde se ajustó.

Tabla 25

Resumen de recorrido en nuevo modelo de ruta de la empresa 2, para atender a vecinos de las zonas 4, 5 y 6

Descripción	Distancia en metros
Recorrido total	17900
Recorrido en servicio	6960
Servicio a pie	1300
Recorrido en tránsito	9640
Vueltas a la derecha	22
Vueltas a la izquierda	22
Retornos	7

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos posterior a la evaluación de la ruta de la empresa 2, agosto 2022

En la tabla 25 se observa la reducción en la distancia en metros para el nuevo modelo.

Se presenta una tabla resumen para observar los datos obtenidos en el análisis de la ruta actual y el análisis del nuevo modelo.

Tabla 26

Resumen comparativo de ruta actual y nuevo modelo de ruta de la empresa 2, para atender a vecinos de las zonas 4, 5 y 6

Descripción	Distancia en ruta actual	Distancia en ruta modelo	Reducción en metros
Recorrido total	19,000	17,900	1,100
Recorrido en servicio	8,110	6,960	1,150

Servicio a pie	600	1,300	-700
Recorrido en tránsito	10,290	9,640	650
Vueltas a la derecha	20	22	-2
Vueltas a la izquierda	28	22	6
Retornos	7	7	0

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos posterior a la evaluación de la ruta de la empresa 2, agosto 2022

En la tabla 26, se compara la distancia en metros de la ruta actual y la distancia en metros del nuevo modelo de ruta, se observó que se logró la disminución de 1100 metros en el recorrido total.

1150 metros menos en el recorrido en servicio, debido a que se omite una vuelta en una manzana completa de la zona 05, la cual se trabaja al regreso del trayecto de la zona 06, adicional se incrementa el recorrido a pie, ya que en la entrada de la colonia de la zona 06, es muy complicada la entrada a esta zona por las dimensiones del camión, por lo que se recomienda solo ingresar a realizar el servicio a pie.

Se eliminan dos vueltas a la derecha y seis vueltas a la izquierda, pero los retornos quedaron iguales.

4.3.8. Ventaja en el nuevo modelo de ruta

“Consumo por galón, depende de las dimensiones de este y de la carga, así como si realiza sus recorridos por entornos urbanos o interurbanos. Podemos establecer una media de unos 30 o 40 litros cada 100 km” (Petrotransp, 2021, párr 4).

Para poder evaluar la disminución en los costos por consumo de combustible de la ruta evaluada en el nuevo modelo, se presentó los siguientes cálculos:

Al tomar como base los 30 litros de consumo de combustible para los 100 km, se determina:

30 litros equivale a 7.9252 galones

7.9252 galones en 100 km

0.079252 galones por 1 kilometro

Precio por galón de diesel Q32.24

Cantidad de metros reducidos en el nuevo modelo es de 1800 metros lo que equivale a 1.8 kilómetros.

El beneficio que se obtiene al aplicar el nuevo modelo en la ruta del jueves para la empresa 2 es de:

$0.079252 \text{ galones} * 1.8 \text{ kilómetros} * Q32.24 = Q4.60$ aplicado a la disminución en el recorrido de 1800 metros.

Es importante observar que al realizar nuevos modelos de rutas se pueden crear alternas con beneficio para la empresa, reduciendo tiempo y costos, para obtener una ruta eficaz.

Es necesario para optimizar los procesos en las empresas que se dedican a la recolección y manejo de los residuos sólidos el establecer procesos óptimos, sin descuidar el servicio al cliente, el cual es muy necesario para formar bases sólidas con los clientes.

Es necesario e importante buscar herramientas tecnológicas que pueden ayudar a aumentar la eficiencia en el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos, se optimizan procesos, se mejora el servicio al cliente al conocer las necesidades y demanda de los clientes, crear logísticas coordinadas con la Unidad de Residuos y Desechos Sólidos de la Municipalidad de Santa Cruz del Quiché.

La recopilación de la información para establecer las rutas actuales exige tiempo, planificación y puede ser complejo el recorrido de una ruta para establecer las posibles mejoras que se le pueden colocar como modelos en la eficiencia de las rutas de recolección para Santa Cruz del Quiché.

Cada ruta puede ser optimizada posterior al realizar el análisis y registro de la ruta actual a través del uso de herramientas, lo que creará una base de datos que puede servir para la toma de decisiones futuras de la empresa.

CONCLUSIONES

1. Se logró realizar un estudio de mercado en donde se obtuvieron datos relevantes para el proyecto de realizar una logística eficaz para el manejo de residuos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, para el análisis de una población objetivo de 18,554 habitantes que tienen 4,932 viviendas dentro del casco urbano se estableció una generación per cápita de 1.3469 kg. diarios, lo que genera una demanda total anual para la población de 13,190 toneladas si se atendiera al 100% de la población, como uno de los resultados de las encuestas es que actualmente se atiende al 65% de la población que equivalen a 3,207 viviendas la cual genera 8,576.82 toneladas anuales, se deja una población del 35% correspondiente a 1,725 viviendas sin atender y quienes genera una cantidad de 4,613.34 toneladas anuales, las cuales son colocadas en basureros clandestinos, tiradas y colocadas en lugares no aptos para ello, los tiran a los ríos o los queman, a través del proceso realizado de caracterización se obtuvo que el 55.20% de los desechos generados en esta población está clasificados como desecho orgánicos. Actualmente el servicio de atención a los trenes de aseo está a cargo de tres empresas privadas quienes tienen una oferta total en conjunto de 12,787.77 toneladas anuales, con lo que logran cubrir sin problemas a la población de las 3,207 viviendas quienes actualmente solicita el servicio.
2. Se analizó el nivel de aceptación por los servicios prestados de las tres empresas privadas al atender los trenes de aseo de la cabecera municipal y se obtuvo que de las 4932 viviendas registradas según la INE en censo 2018, solamente se atienden al día de hoy el 65% de ellos con 3,207 viviendas distribuidas en las tres empresas, lo interesante es que al preguntar a los encuestados indicaron que ellos le realizan los pagos del servicio de recolección a la municipalidad en un 22%, empresa 1 24%, empresa 2 25%, empresa 3 22%, pero la municipalidad no ofrece este servicio y aun así el 22% indica que son ellos los que realizan los cobros, el 60% indica que le cobran Q30.00 mensuales y en la tarifa básica determinada en el reglamento de la municipalidad es de Q25.00, a pesar de eso el 62% de los encuestados consideran satisfactorio el servicio, aunque al consultar que les

gustaría como mejora el 38% indicó que su prioridad es que les acepten más cantidades de bolsas al momento de la entrega de los desechos y el 31% indicó que le gustaría que les aceptaran bolsas más grandes de las que actualmente les reparten las empresas privadas a los vecinos.

3. Al querer analizar una línea base para determinar la cantidad de viviendas asignadas por sector a las tres empresas privadas indicaron que existen en papel la asignación de zonas geográficas por empresa, pero no cumplen con esas limitaciones, debido a que los vecinos por diversas razones prefieren solicitar el servicio con otra empresa que no sea la que les corresponde, adicional a ello no tienen una constante de personas que tienen cada mes debido a que las tres empresas indican que los clientes morosos están dentro del 15% hasta el 25% mensual y la diferencia es debido que por costumbre, o historial del cliente lo atienden a pesar de los meses atrasados. Actualmente no existe una base de datos sobre las rutas que las empresas recorren, se evaluó la ruta del jueves 25 de agosto para la empresa 2 se obtuvieron los resultados, es una ruta de 9.45 km de recorrido según aplicación de lectura satelital, la cual se realizó desde las 5:07 am con una duración de 4 horas y 57 minutos, se tomó una base de 100 metros por cuadra se obtuvo los siguientes datos: distancia de recorrido en servicio 8,110 metros, recorridos a pie 600 metros y recorridos en tránsito 10,290, al no ser una ruta lineal, en algunos puntos pasan dos o tres veces al día, posteriormente se realizó un modelo de la nueva ruta , se logró reducir una distancia total de 1800 metros, lo que se trasladó a calcular sobre el costo del valor del diésel actual de Q32.24 por galón, se aplicó una disminución en el recorrido de 1800 metros se obtiene una disminución en los costos de esta ruta de Q4.60

RECOMENDACIONES

1. Para el caso del estudio de mercado se presentó el diseño de una boleta de registro para que cada una de las empresas lleven un control diario sobre la dimensión que ocupa por cada uno de los camiones, así mismo se presenta un diagrama de procesos para que las empresas puedan brindarle a la municipalidad datos más certeros sobre la cantidad de desechos que genera la población, para la municipalidad es de suma importancia el tener datos estadísticos lo más cercanos a la realidad debido a que pueden proyectar escenarios en beneficio de la población y evaluar la trayectoria de la capacidad que tiene el actual vertedero municipal.
2. Es imprescindible que la municipalidad programe una campaña de concientización para la población de lo importante que es para el beneficio del ornato de la cabecera municipal el optar por la aceptación de que los desechos generados en las viviendas sean recolectados por las empresas asignadas para esta labor, crear un proyecto sistematizado para cerrar o anular los basureros clandestinos y tomar medidas de sanción monetaria para las personas que insistan en seguir con el daño del ornato en los lugares, las empresas deben de respetar los límites geográficos asignados para cada una de ellas, lo que permitirá generar registros estadísticos sobre los pagos, la cartera morosa, la demanda insatisfecha y con ello tomar medidas de prevención en pro de la atención a los vecinos.
3. Para las empresas privadas recolectoras y la Unidad de Desechos Sólidos de Santa Cruz del Quiché, observar la importancia de crear una base de datos de las actuales rutas que realizan, así como de la ruta que realizan los camiones de la municipalidad, esta información se puede obtener a través de la grabación de rutas por diferentes programas o aplicaciones a nivel satelital, ya que al poseer esta información los administradores de las empresas podrán proyectar escenarios de mejora, al crear modelos para que las empresas y la municipalidad analicen datos para mejorar rutas y así hacerlas eficaces, y esto logra una reducción en los costos y el tiempo asignado en las rutas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. I. (2008). *GESTIÓN AMBIENTAL DE DESECHOS SÓLIDOS (PAPEL Y CARTÓN) EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA, PARA FOMENTAR EL DESARROLLO SOSTENIBLE.*
- Angulo Aguirre, L. (2016). *Proyectos Formulación y evaluación.* Lima, Perú: Macro.
- Arboleda Vélez, G. (2014). *Proyectos identificación, formulación, evaluación y gerencia.* México: Alfaomega.
- Arias, J. A. (13 de Enero de 2017). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia.* Obtenido de Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación: file:///C:/Users/Jose%20Alberto/Downloads/947-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4112-2-10-20191220.pdf
- Banco Mundial. (20 de Septiembre de 2018). *Banco Mundial.* Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management#:~:text=%E2%80%9CLa%20gesti%C3%B3n%20inadecuada%20de%20los,desperdicios%2C%20y%20afectando%20el%20desarrollo>
- Batres, J. A., Javes, P. G., & Del Cid, G. (2003). *Estudio de factibilidad para el manejo de desechos sólidos domiciliarios en las colonias Tierra Nueva I y II Chinautla departamento de Guatemala.* Guatemala.
- CEPAL. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.* Chile: CEPAL, Naciones Unidas.
- Chain Sapag, N., & Chain Sapan, R. (2018). *Preparación y evaluación de proyectos.* Colombia: Lily Solano Arévalo.
- Congreso de la República. (07 de Noviembre de 1997). *Congreso de la República.* Obtenido de https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/decretos/716#gsc.tab=0

Dirección de Información Geográfica Municipal. (2013 de Febrero de 2013). *Municipalidad de Guatemala*. Obtenido de <https://sig.muniguate.com/home/?mod=estudios>

Gestión integral de residuos sólidos. (2016). *Gestión integral de residuos sólidos*. Obtenido de <https://girs.arkkosoftqa.com/herramientas/metodo-de-recoleccion/>

Gobierno de Guatemala, sala de prensa. (13 de agosto de 2021). Obtenido de <https://prensa.gob.gt/comunicado/el-cumplimiento-del-acuerdo-gubernativo-164-2021-reducira-los-desechos-solidos-que>

Gobierno de Guatemala, Viceministerio de Prevención de la Violencia y el Delito, UPCV. (2015). *Política Municipal de Prevención de la Violencia y el Delito, Seguridad Ciudadana y Convivencia Pacífica: 2015-2019*. Guatemala: UNESCO.

González, H. D. (2016). *DIAGNÓSTICO DE COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL INTERNO Y EXTERNO, Y ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS - PROATITLÁN*.

Gressil, B. N. (2016). *AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE NOR-OCCIDENTE, SECCIÓN JACALTENANGO, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO*.

Guillermo, J. A. (2018). *Diagnóstico y Lineamientos para el manejo de desechos sólidos del Municipio de San Miguel Petapa, Guatemala*.

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc. Graw Hill.

Ijjasz-Vasquez, E. (20 de Septiembre de 2018). *Banco Mundial*. Obtenido de Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Izar Landeta, J. (2016). *Gestión y Evaluación de Proyectos*. México: Cengage Learning.

- Kwei, I. (13 de 11 de 2017). *Guatemala.com*. Obtenido de Guatemala.com: <https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/municipio-santa-cruz-del-quiche-el-quiche/#:~:text=Origen%20del%20nombre,de%20Santa%20Cruz%20en%201539>.
- Lizama, L. F. (2015). *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA UNA EMPRESA MODELO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CHIMALTENANGO*.
- M.H., B., Guillen, A., Rodriguez, C., Lugo, O., Aguilar, J., & Acuña, M. (2015). *Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos*. México.
- MARN. (13 de Julio de 2017). *Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de https://www.marn.gob.gt/noticias/notas/Ministerio_de_Ambiente_entrega_inventario_nacional_de_basureros_sin_control
- MARN. (2018). *Guía para la identificación gráfica de los residuos comunes*. Obtenido de <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/13196.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, Decreto 164-2021*. Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (junio de 2022). *Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de <https://www.marn.gob.gt/>
- Morales, J. E. (2017). *Modelos de investigación de operaciones para la optimización en la toma de decisiones*. Guatemala: Ediciones Mayte.
- Municipalidad de Santa Cruz del Quiché. (2010). Reglamento para la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Cruz del Quiché. *Acta No. 18-2010*, (pág. 3). Santa Cruz del Quiché.

Naciones Unidas, CEPAL. (2015). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Naciones Unidas, CEPAL. (s.f.). *Observatorio del principio 10, en América Latina y el Caribe*. Obtenido de [https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumentos/ley-proteccion-mejoramamiento-medio-ambiente-decreto-68-1986#:~:text=Espa%C3%B1ol,Ley%20de%20protecci%C3%B3n%20y%20mejoramamiento%20del%20medio%20ambiente%20\(Decreto%2068,de%20los%20habitantes%20en%20Guatemala](https://observatoriop10.cepal.org/es/instrumentos/ley-proteccion-mejoramamiento-medio-ambiente-decreto-68-1986#:~:text=Espa%C3%B1ol,Ley%20de%20protecci%C3%B3n%20y%20mejoramamiento%20del%20medio%20ambiente%20(Decreto%2068,de%20los%20habitantes%20en%20Guatemala)

ONU. (21 de Octubre de 2021). *Programa para el medio ambiente*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/informe-de-la-onu-sobre-contaminacion-por-plasticos>

Ordoñez, E. R. (2010). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*.

Pérez, A. (7 de marzo de 2016). *CEOLEVEL*. Obtenido de <https://www.ceolevel.com/conoces-la-verdadera-historia-de-la-gestion-de-proyectos#:~:text=Seg%C3%BAAn%20los%20expertos%20el%20origen,Diagrama%20de%20Gantt%2C%20en%201917>.

Pérez, M. Z. (2013). *CARACTERIZAR EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL*.

Petrotransp. (17 de Septiembre de 2021). *Petro Transp*. Obtenido de <https://www.petrotransp.net/conoces-el-consumo-de-diesel-de-un-camion-por-km>

Pinto, G. C. (12 de diciembre de 2014). *Redalyc*. Obtenido de Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33932786008.pdf>

Real Academia Española. (Agosto de 2022). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/log%C3%ADstico>

- RSS. (2018). *Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad*. Obtenido de https://responsabilidadsocial.net/residuos-que-son-definicion-clasificacion-manejo-y-ejemplos/#Que_son_los_residuos
- Saenz, A. (Septiembre de 2014). *Revista Omnia*. Obtenido de redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Universidad de San Carlos de Guatemala. (2018). *INSTRUCTIVO PARA ELABORAR EL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ARTES*. Guatemala.
- Vega, J. V. (25 de Agosto de 2017). El excedente de los residuos sólidos: entre metafísica, biopolítica y gobierno. *Scielo*. Obtenido de El excedente de los residuos sólidos: entre metafísica, biopolítica y gobierno: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-94902017000200005&lang=es
- Yepes, D. O. (Junio de 2013). *Estudio comparativo de las normas relevantes a nivel internacional para la definición, clasificación, exclusión, desclasificación e identificación de residuos peligrosos*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702013000100008&lang=es
- Zapeta, I. A. (2013). *Carecterizar el manejo de desechos solidos para reducir la contaminacion ambiental en el área urbana del municipio de Santa Cruz del Quiché, Departamento del Quiché*. Quetzaltenango.

ANEXOS

REGISTRO DE BASUREROS CLANDESTINOS

Identificados 10/03/2022

1. Salida a San Pedro zona 2
2. 5ª avenida 13 y 14 calle zona 2
3. 6ª avenida 11 calle zona 2
4. Salida a Pamesebal I zona 2
5. 0 avenida 8ª calle zona 2
6. 0 calle 9ª y 10 avenida zona 2
7. 0 calle 12 y 13 avenida zona 2
8. 6ª avenida 2ª y 3ª calle zona 2
9. 6ª avenida 4ª calle zona 2
10. 6ª avenida 8ª calle zona 2
11. 6ª avenida 11 calle zona 2
12. 6ª avenida 12 y 13 calle zona 4
13. 6ª avenida 16 y 17 calle zona 4
14. 8ª avenida 17 calle zona 4
15. 8ª avenida 20 calle zona 4
16. Final 8ª avenida zona 4
17. 14 calle 6ª avenida zona 4
18. Bajada Chorrio Chitatal zona 5
19. Callejón frente a Colonia Valle Verde zona 4
20. Calzada colonia los Celajes zona 4
21. Final 13 calle zona 4
22. Final 13 calle zona 4
23. Salida a San Pedro 1ª avenida final zona 2

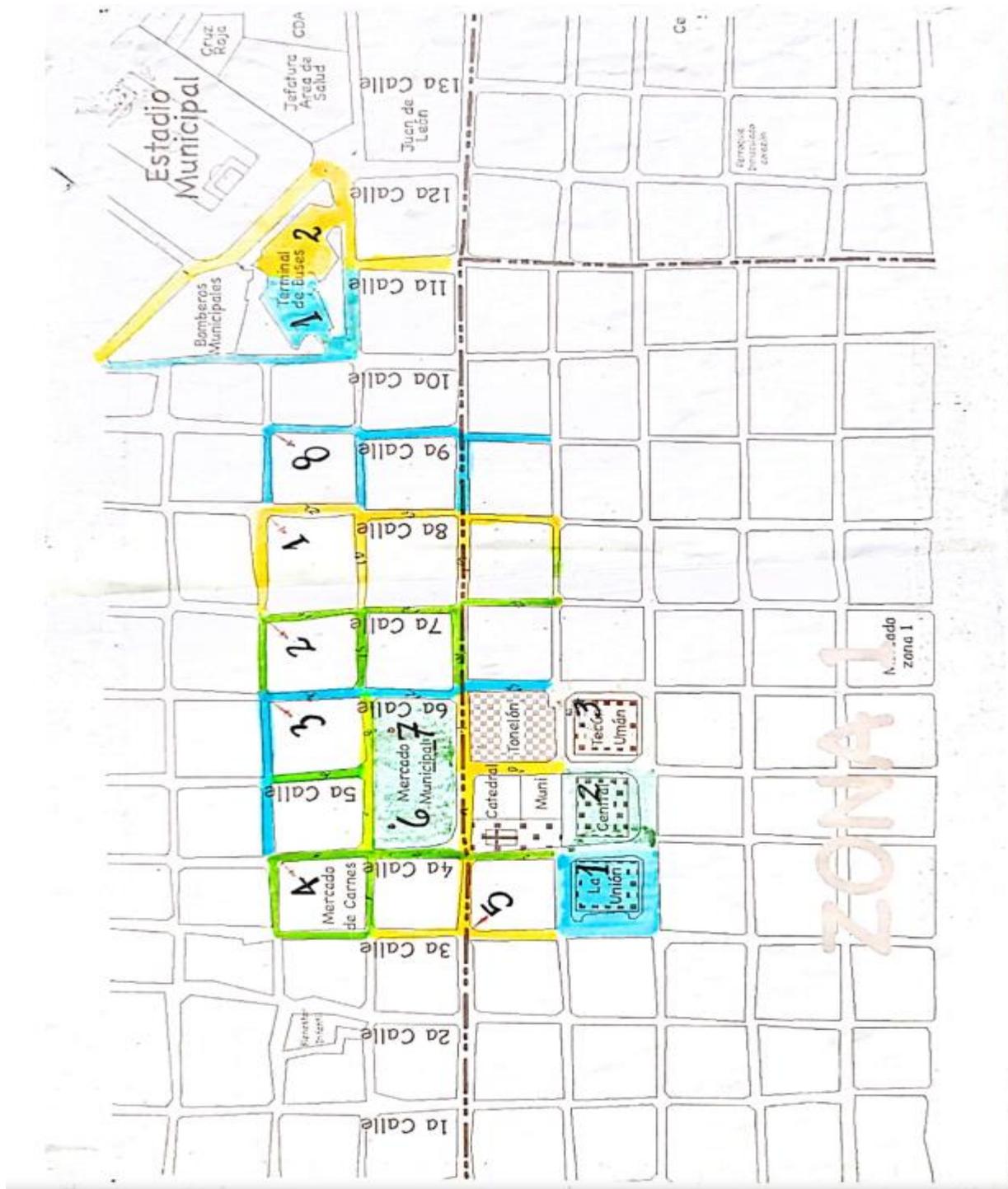
RESUMEN

Zona 2 – 12
 Zona 4 – 10
 Zona 5 – 1


 Felix Cabrera
 Supervisor Desechos Sólidos



Anexo 1, Reporte de basureros clandestinos en diferentes puntos de la cabecera municipal de Santa cruz del Quiché, proporcionado por el supervisor de la Unidad de Desechos Sólidos.

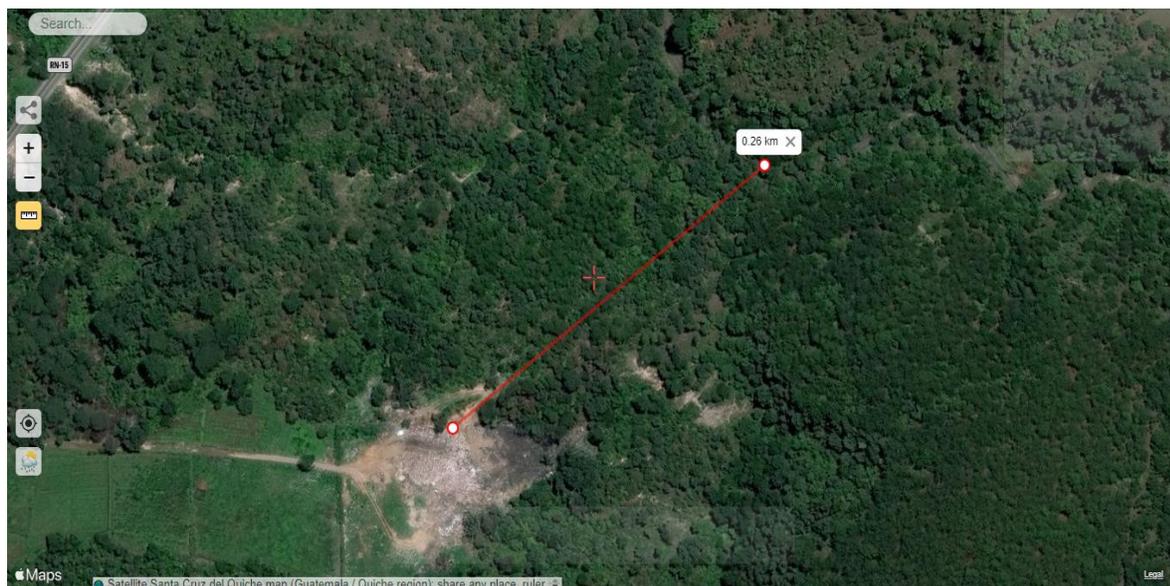


Anexo 2, Mapa de cuadras que abarcan los parques del centro histórico, mercado municipal hasta el estadio municipal, en donde se realiza la limpieza de calles y recolección de desechos por el personal de la unidad de desechos sólidos de la municipalidad de Santa Cruz del Quiché, proporcionado por el supervisor de la Unidad de Desechos Sólidos.



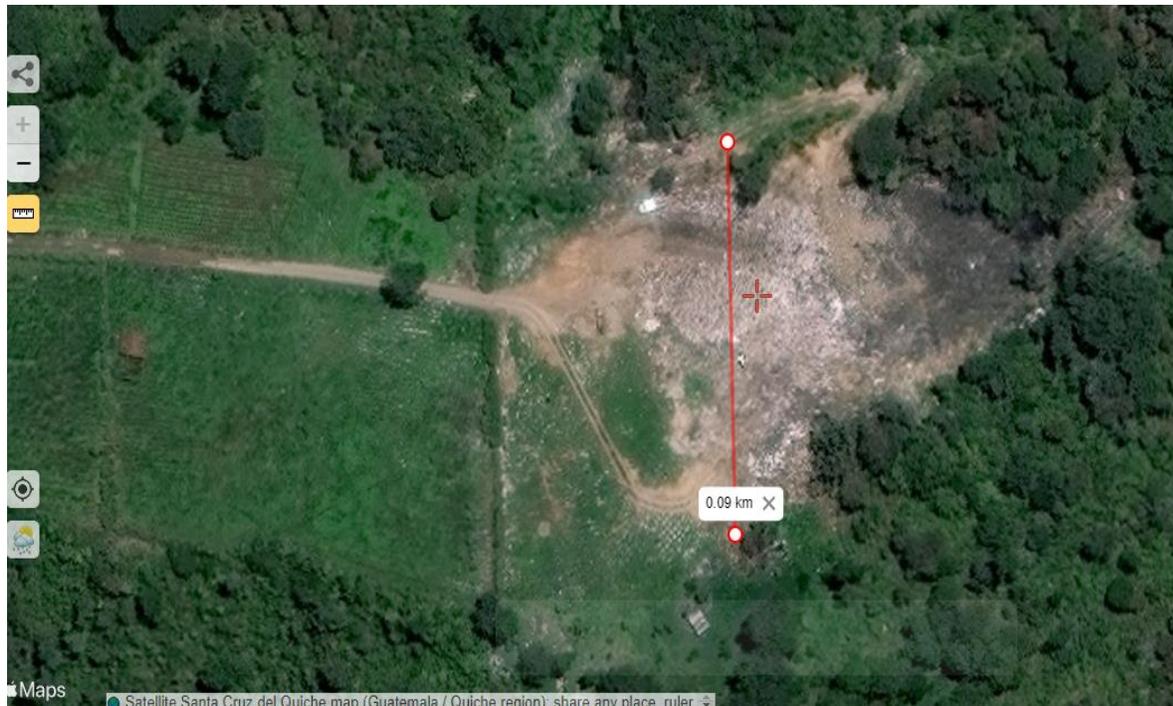
Anexo 4, Imágenes satelitales del relleno sanitario de Santa Cruz del Quiché con un registro de largo en distancia de 0.29 km desde la carretera principal

Fuente: https://satellites.pro/Santa_Cruz_del_Quiche_map#15.002225,-91.124811,15



Anexo 5, Imágenes satelitales del relleno sanitario de Santa Cruz del Quiché, con un registro de largo en distancia de 0.26 km desde el relleno sanitario hasta el río más próximo

Fuente: https://satellites.pro/Santa_Cruz_del_Quiche_map#15.001697,-91.118910,16



Anexo 6, Imágenes satelitales del relleno sanitario de Santa Cruz del Quiché, con un registro de largo de 0.14 km y ancho de 0.09 km del mismo genera una dimensión de 12,500 mts²

https://satellites.pro/Santa_Cruz_del_Quiche_map#15.001921,-91.121356,19



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrado

ENCUESTA SOBRE RECOLECCIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

La investigación se realiza con el fin de identificar la logística actual en los trenes de aseo que se atienden en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, pretende identificar aspectos relevantes de recolección de los desechos sólidos domiciliarios.

La mayoría de las respuestas son de selección y puede elegir una de las opciones que consideren acertadas. Por favor que sus respuestas sean con la mayor sinceridad posible, las mismas son confidenciales y serán utilizadas con fines estadísticos únicamente, y permitirán desarrollar las opciones para proponer mejoras en el manejo de desechos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

Gracias por su cooperación al contestar esta encuesta

DATOS GENERALES:

- Género: Femenino Masculino
- Edad: _____
- Grado de educación:
- Sin estudios
- Primaria
- Secundaria
- Técnico
- Profesional

Zona en donde vive en Santa Cruz del Quiché: _____

Cuántas personas viven en su casa incluyéndose usted mismo

1. ¿Cómo procede con la basura que genera en su casa?
 - Utiliza el servicio de recolección de basura brindada por empresas que se dedican a este servicio
 - La coloca en los buzones del parque central
 - La coloca en basureros clandestinos
 - Quema la basura
 - La tira en algún río
 - Otra: _____
2. ¿Cuál es la empresa que le brinda el servicio de recolección de basura?
 - SQL
 - Del Valle
 - La esperanza
 - Municipalidad
3. ¿Qué días pasan a su casa a realizar la recolección de la basura?
4. ¿Usted paga su servicio de recolección de basura?
5. ¿Cuánto paga por este servicio?
 - Q25.00
 - Q30.00
 - Q35.00
 - Q40.00
 - Q45.00
 - Más: _____
6. ¿Cómo considera el servicio que le brindan en la recolección de basura?
7. Bueno: _____
- Aceptable: _____
- Malo: _____



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrado

8. ¿Cuál de las siguientes opciones le gustaría como mejora en el servicio de recolección de basura?
- menor cuota
 - tamaño de bolsa más grande
 - mayor cantidad de bolsas permitidas
 - aumentar un día más a la semana para la recolección de la basura
 - otra: _____

9. Si pudiera pesar la basura cada vez que pasan los recolectores, ¿cuánto considera aproximadamente que pesa en libras las bolsas
- de 0 a 10 libras
 - de 11 a 20 libras
 - de 21 a 30 libras
 - de 31 a 40 libras
 - de 41 libras en adelante

10. De la basura que calculo anteriormente, si usted la separa o clasifica, ¿cuánto pesaría en libras?

Desechos orgánicos (residuos vegetales y animales).

- de 0 a 5 libras
- de 6 a 10 libras
- de 11 a 15 libras
- de 16 libras en adelante

Desechos inorgánicos (papel y cartón)

- de 0 a 5 libras
- de 6 a 10 libras
- de 11 a 15 libras
- de 16 libras en adelante

Desechos inorgánicos (vidrio)

- de 0 a 5 libras
- de 6 a 10 libras
- de 11 a 15 libras
- de 16 libras en adelante

Desechos inorgánicos (plástico)

- de 0 a 5 libras
- de 6 a 10 libras
- de 11 a 15 libras
- de 16 libras en adelante

Desechos inorgánicos (metal)

- de 0 a 5 libras
- de 6 a 10 libras
- de 11 a 15 libras
- de 16 libras en adelante

11. ¿Usted clasifica su "basura" según sus características (orgánicos: residuos vegetales y otros alimentos e inorgánicos: papel, plástico, cartón, otros)?

- Sí.
- No
- Algunas veces

12. Cuando necesita tirar basura de tamaño grande como muebles, electrodomésticos o chatarra, entre otros ¿Usted como lo tira?

Se lo da a los recolectores sin pago adicional

Se lo da a los recolectores pagando una cantidad adicional

Anexo 7, página 2 de boleta de encuesta dirigida a la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché



Usted lo lleva al basurero general

Otro: _____

13. Si en su casa, se quiebra un plato, vaso o botellas de vidrio, como procede?

- El vidrio roto lo coloca dentro de la bolsa junto con toda la basura
- El vidrio lo envuelve en papel, cartón y lo identifica indicado que es vidrio roto
- El vidrio roto lo entrega por aparte a los recolectores

14. Cuando va a los parques en la zona 01 de Santa Cruz del Quiché, ¿Usted ha utilizado los buzones para depositar su basura?

- SI: _____
- NO: _____

15. ¿Cómo observa la limpieza en los parques?

- Siempre limpio
- Hay basura pero observo a personas limpiando
- Nunca he visto a una persona limpiando

16. Usted como observa la limpieza en las calles de Santa Cruz del Quiché

- Siempre limpio
- Hay basura pero observo a personas limpiando
- Nunca he visto a una persona limpiando



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrado

ENCUESTA SOBRE RECOLECCIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

La investigación se realiza con el fin de identificar la logística actual en los trenes de aseo que se atienden en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, pretende identificar aspectos relevantes de recolección de los desechos sólidos domiciliarios.

La mayoría de las respuestas son de selección y pueden marcar todas las opciones que consideren necesarias. Por favor que sus respuestas sean con la mayor sinceridad posible, las mismas son confidenciales y serán utilizadas con fines estadísticos únicamente, y permitirán desarrollar las opciones para proponer mejoras en el manejo de desechos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.

Gracias por su cooperación al contestar esta encuesta

DATOS GENERALES:

Género: _____ Edad: _____

- Femenino
 Masculino

Grado de educación:

- Sin estudios
 Primaria
 Secundaria
 Técnico

Antigüedad laboral: _____ años

Puesto que desempeña: _____

Nombre de la empresa en donde trabaja _____

1. ¿Qué actividades hace en su trabajo?

2. ¿Qué parte de su trabajo considera que es lo más cansado?
 Horario
 Trabajo físico
 Exposición a contaminación
 Problemas de salud
 Otra: _____
3. ¿Cuántas horas trabaja al día?

4. ¿Qué días de la semana recolectan basura en la cabecera municipal?

5. ¿Qué herramientas le proporcionan para realizar su trabajo?

6. Mencione que herramienta o vestimenta le gustaría que le proporcionen la cual ayudaría a realizar mejor su trabajo

7. ¿Considera que los buzones ubicados en los parques del centro histórico son usados apropiadamente? ¿Porqué?
 SI: _____
 NO: _____
8. ¿Cómo identifican que una persona no paga su servicio de recolección de basura?



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Postgrado

9. ¿Considera que los vecinos están satisfechos con el servicio de recolección de basura?

SI: _____

NO: _____

10. Mencione una de las quejas más frecuentes que recibe por parte de los vecinos, cuando realiza su trabajo

11. Según su experiencia, cuando realiza el servicio de recolección de basura tomando en cuenta los comentarios de los vecinos ¿Cuál de las siguientes opciones ha escuchado que les gustaría más a los vecinos?

- menor cuota
- tamaño de bolsa
- mayor cantidad de bolsas permitidas
- aumentar un día más a la semana para la recolección de la basura
- otra: _____

12. En cantidad de libras ¿Cuánto considera aproximadamente que genera de basura una vivienda cada vez que se recolecta?

- de 0 a 10 libras
- de 11 a 20 libras
- de 21 a 30 libras
- de 31 a 40 libras
- de 41 libras en adelante

13. ¿Cuándo realizan el tren de aseo, si un vecino desea tirar como basura muebles o electrodomésticos, existe alguna restricción? Y ¿Qué solución se brinda?

14. Hay algunos vecinos que realizan clasificación de la "basura" según sus características (orgánicos: residuos vegetales y otros alimentos e inorgánicos: papel, plástico, cartón, ¿entre otros)?

- Si.
- No
- Algunas veces

15. ¿Se ha lastimado realizando sus labores de recolección de residuos y desechos sólidos?

16. ¿Qué recomendación les daría a los vecinos y esta le ayude a usted a realizar mejor sus labores?

17. Tiene usted apoyo en su trabajo por parte de:

Patrono Supervisor Piloto de camión Otro

18. ¿Qué lugar se le complica más realizar su trabajo?



Anexo 9, Camiones con excedente en la capacidad total de oferta, empresa 1 y empresa 2, agosto 2022



Municipalidad de Santa Cruz del Quiché



EL INFRASCrito SECRETARÍo MUNICIPAL DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE, DEL DEPARTAMENTO DE QUICHE:

CERTIFICA: Que para el efecto tiene a la vista el libro de Actas de sesiones del Concejo Municipal que se lleva en esta oficina, en el cual se encuentra el punto **SEGUNDO:** del Acta No. **18-2010** de fecha **ocho de marzo de dos mil diez** que literalmente dice:

SEGUNDO: el señor Alcalde municipal brinda una cordial y atenta bienvenida a los señores Teo Lingner, representante de PREMACA, Carlos Barrios, propietario de la empresa QSL, Carlos Chanchavac, propietario de la empresa La Esperanza y a la representante de la empresa Del Valle, así como a varios funcionarios municipales y a los miembros del Concejo Municipal, indicando que en esta oportunidad se estará exponiendo el tema **la implementación del reglamento para la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Cruz del Quiché**, de la forma siguiente: **REGlamento PARA LA GESTIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ**, el cual está contenido con los siguientes capítulos: **CAPITULO I - Disposiciones Generales CAPITULO II - De la Dirección de Servicios Públicos Municipales CAPITULO III - Del Servicio de Recolección CAPITULO IV - Del Servicio Privado CAPITULO V - Derechos y Obligaciones de las y los usuarios CAPITULO VI - De la Tasa Municipal CAPITULO VII - De las Prohibiciones CAPITULO VIII - De las Sanciones CAPITULO IX - Transporte de Residuos y Desechos Sólidos CAPITULO X - Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos Capítulo XI - Desechos Especiales CAPITULO XII - Disposiciones Finales.** Se hace énfasis en los siguientes capítulos: **CAPITULO IV - Del Servicio Privado, Artículo 10. Perspectiva de concesión - "LA MUNICIPALIDAD"**, a través de la Corporación Municipal, puede otorgar a personas individuales o jurídicas la concesión total o parcial de la gestión y manejo de los residuos y desechos sólidos del área municipal de Santa Cruz del Quiché, conforme a las disposiciones contenidas en el Código Municipal y demás leyes relacionadas. La contratación total o parcial del manejo de los residuos y desechos sólidos, no libera a la municipalidad de su responsabilidad y por lo mismo, debe ejercer severo control de las actividades propias del citado manejo. **Artículo 11. Requisitos de concesión - Las personas individuales o jurídicas que soliciten la concesión del servicio indicado en el artículo anterior, deben llenar los requisitos que establezca la Dirección de Servicios Públicos Municipales y autorizados por la Corporación Municipal, quedando sujetos además, a las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, Código Municipal, Código de Salud y demás leyes relacionadas. En caso de una licitación para un servicio de recolección o cualquiera que sea, donde haya una oferta presentada por una mujer como persona individual o jurídica y que cumpla con todos los requisitos, será privilegiada para la concesión de dicho servicio por parte de la Corporación Municipal. Artículo 12. Responsabilidad de concesionarios - Es responsabilidad de las y los concesionarios encargados para el servicio de recolección en las zonas determinadas por la municipalidad, de recoger todos los residuos y desechos sólidos no peligrosos que entreguen las y los usuarios, de acuerdo con este tipo de servicio y con la forma de entrega establecida en este reglamento, respetando los límites de cada zona establecida a cada concesionario. CAPITULO IV - Del Servicio Privado, Artículo 13. Obligaciones de los concesionarios - La o el concesionaria/o queda obligado a presentar mensualmente en los primeros cinco días calendarios de cada mes, el listado actualizado de usuarios atendidos definiendo la siguiente información: nombre del usuario/a, dirección y categoría según el Artículo 37. Artículo 14. Apoyo a auditorías - La o el concesionaria/o apoyará y facilitará las auditorías periódicas que se realizaran por parte de la Municipalidad, del Ministerio de Salud Pública y del Ministerio de Ambiente y Recursos Individuales para verificar lo establecido en este reglamento y los demás leyes afines con el servicio. Capítulo VII Artículo 41. Prohibición de dejar prestar el servicio de recolección - Queda terminantemente prohibido a las personas individuales y/o jurídicas autorizadas para la prestación del servicio de recolección de residuos y desechos sólidos dejar de prestar el servicio de recolección de forma regular sin previa autorización por la Dirección de Servicios Públicos Municipales. Capítulo VI de las tasa municipal Artículo 36 - Tasas de concesionarios * Derecho de concesión inicial que implica los costos administrativos, incluyendo los trámites de licitación y contratación, será de DIEZ MIL QUETZALES (Q. 10,000.00). * La renovación anual de concesión será de CINCO MIL QUETZALES (Q. 5,000.00). * Se establece además, la tasa mensual de cada concesionaria/o en el 10% a favor de la Municipalidad sobre los ingresos mensuales por cobro a las y los usuarios, para el concepto del manejo de la disposición final y el tratamiento de los residuos y desechos sólidos, Capítulo VI de las tasa municipal Artículo 37 - Tasas mensuales de los usuarios:**

Categoría	Tasa mensual [Q.]
-----------	-------------------

3a. Avenida 4-33 zona 1
Santa Cruz del Quiché.
Tel: (502) 7755-1106
alcald@quiche@turbonett.com

Construir un municipio líder, es una tarea de todos

Anexo 10, Primer página, de reglamento para la gestión y manejo integral de los residuos y desechos sólidos del municipio de Santa Cruz del Quiché



Municipalidad de Santa Cruz del Quiché

SECRETARÍA MUNICIPAL

Residencias: Todas las viviendas que tengan uso residencial (Frecuencia 2 veces x semana)	Q. 25.00
Comercios Clase A: Tiendas pequeñas, Casetas de venta de alimentos, puestos de venta en los mercados, Oficinas de Profesionales, Librerías, Panaderías, Farmacias pequeñas (<5 empleados) estacionamientos de transportistas y los comercios no indicados en las clases B, C y D (Frecuencia 2 veces x semana)	Q. 25.00
Comercios Clase B: Establecimientos educativos (<300 estudiantes), Instituciones Públicas, Abarroterías, Farmacias grandes (>5 empleados) Talleres de Mecánica, Carpinterías, Ventas de aparatos electrodomésticos, Zapaterías, Carnicerías y Lavanderías. (Frecuencia diaria)	Q. 100.00
Comercios Clase C: Restaurantes, Hoteles, Establecimientos educativos (>301 estudiantes), Clínicas, Hospitales, Sanatorios, Gasolineras, Bancos, Bares y Cantinas. (Frecuencia diaria)	Q. 200.00
Industrias y comercios Clase D: Centros comerciales, fábricas, industrias y comercios con un volumen de generación de residuos y desechos mayor de un metro cúbico promedio al día. (Frecuencia diaria)	Q. 500.00 a Q. 1,000.00

INVERSIÓN:

• Reglamento popular (5,000 ejemplares * Q 4.00	= Q. 20,000.00)
• Stickers (8,000 ejemplares * Q 3.00	= Q. 24,000.00)
• Hoja informativa (8,000 ejemplares * Q 1.00	= Q. 8,000.00)
• Disfraces del SAQ (4 ejemplares * Q 5,000.00	= Q. 20,000.00)
• Jingle (1 producción de * Q 3,000.00	= Q. 3,000.00)
• Spots radiales (5 producciones * Q 500.00	= Q. 2,500.00)
• Campaña de lanzamiento (4 personas en disfraz * Q 1,400.00	= Q. 5,600.00)
• TOTAL INVERSION	Q. 83,100.00

Inversiones de las empresas recolectoras:

- Equipo de audio de altoparlante
- Pintar los camiones de color amarillo con rotulación
- Aporte de Q. 3,000.00 por empresa para apoyar en los gastos de lanzamiento.

Previo a finalizar esta presentación, los representantes de las empresas que recolectan los desechos sólidos en este municipio, intervienen para realizar varias interrogantes de acuerdo a sus inquietudes, de igual forma exponen que aceptan la distribución de las zonas a cada empresa para continuar brindando este servicio, dicha distribución queda de la forma siguiente: empresa QSL le corresponde las zonas 1 y 3, empresa La Esperanza le corresponde las zonas 4 y 5, empresa Del Valle le corresponde las zonas 2 y 6 respectivamente, también solicitan que el pago del derecho de concesión de diez mil quetzales que deben realizar a esta municipalidad se les permita hacerlo en varios pagos. Y consultado que fue a los integrantes del Honorable Concejo Municipal ACUERDAN: I) conceder a partir del diecinueve de abril del presente año la concesión del servicio de recolección de los desechos sólidos domiciliarios a las empresas QSL, La Esperanza y Del Valle de acuerdo a la distribución ya establecida. II) conceder a cada empresa la oportunidad de realizar el pago de diez mil quetzales en dos pagos de cinco mil quetzales (Q. 5,000.00) cada uno. III) brindar un período de dos meses de gracia a cada empresa, previo a cumplir con todas sus obligaciones para con esta municipalidad por la concesión que se les brinda. IV) el día veintinueve de abril de dos mil diez (19-4-2010) se realizará el lanzamiento de este **reglamento para la**

Construir un municipio líder, es una tarea de todos

Registro diario por camión

Con el presente documento se registran el porcentaje de la capacidad física utilizada cada día al finalizar los trenes de aseo correspondientes.

Empresa: _____

Camión, dimensión en toneladas: _____

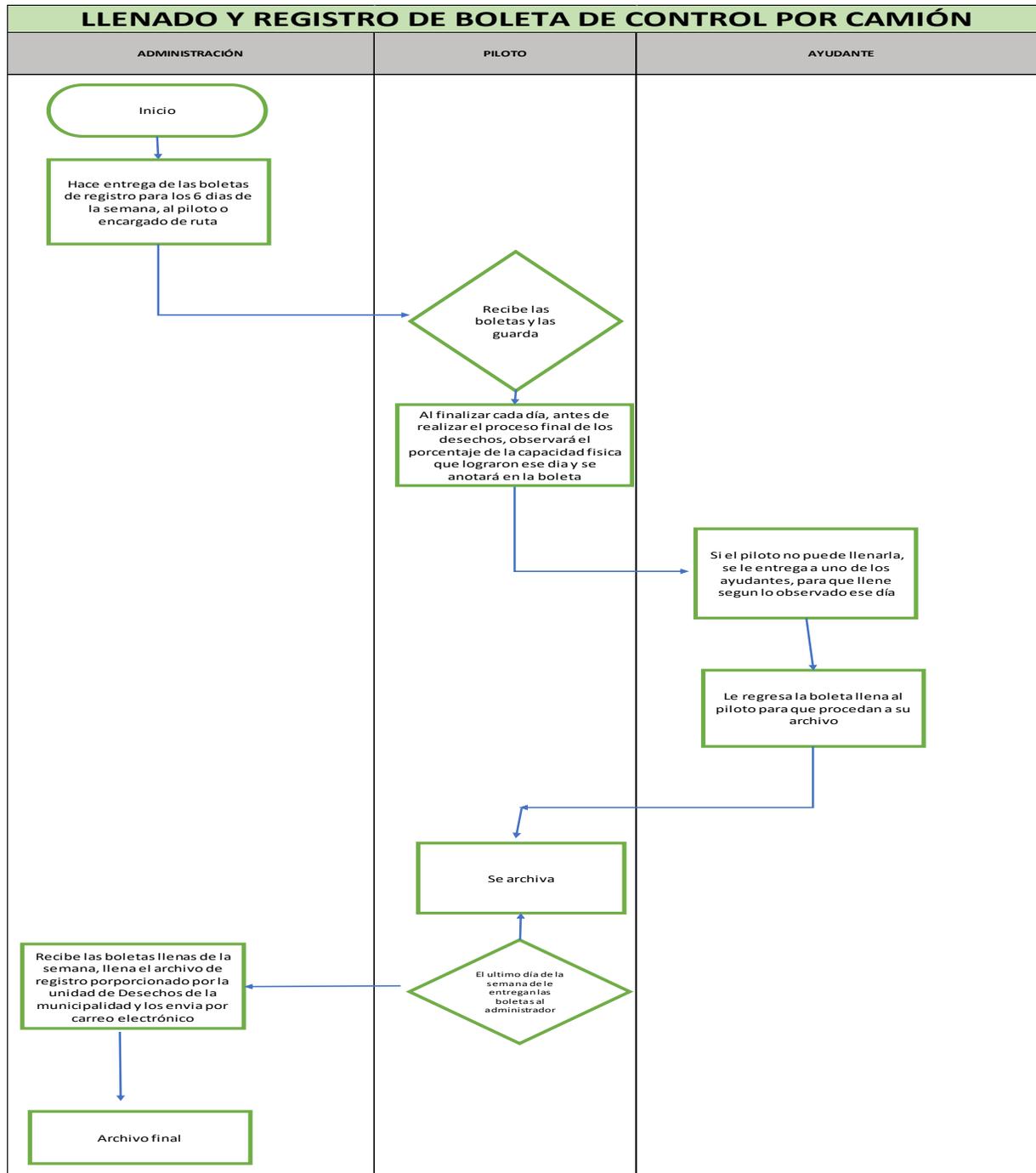
Fecha de registro: _____

Marque con una X la capacidad utilizada el día de hoy al finalizar el tren de aseo

	1		
	3/4		
	1/2		
	1/4		

Cuatro cuadros de color representan el 100% de la capacidad física del camión

Anexo 11, diseño de boleta para el registro diario subjetivo, sobre la cantidad de residuos y desechos recolectados por ruta



Anexo 12, diagrama de procesos para el llenado de la boleta para el registro diario subjetivo, sobre la cantidad de residuos y desechos recolectados por ruta

Escala de Likert para ponderación	
	Puntuación
Bueno	10
Regular	5
Malo	1

Anexo 13, cuadro de escala de Likert para ponderación la puntuación obtenida en algunas preguntas de las encuestas.

Días de servicio	Jueves					Frecuencia		dos veces a la semana			
Horario	5: 00 AM A 11: 00 AM					Camión		No. 3			
Tripulación	1 piloto y 6 ayudantes										
Sobre calle o avenida	Zona	Desde		Hasta		Vuelta o maniobra			Distancia recorrida en metros		
		Identificación	No. Punto	Identificación	No. Punto	Derecha	Izquierda	Retorno	Servicio	Servicio a pie	Tránsito
4a. Avenida	4	12 calle	A	15 calle			1				300
15 calle	4	4a. Avenida	1	Calzada principal	2	1					200
Calzada principal	4	15 calle	2	Inicio Calzada	3			1			800
Calzada principal	4	Mac donalds	3	17 calle	4	1			10		790
17 calle	4	2 avenida	4	1 avenida	5		1				100
1 avenida	4	17 calle	5	13 calle	6		1				400
13 calle	4	1 avenida zona 4	6	4a. Avenida	7		1		50		250
4a. Avenida	4	13 calle	7	15 calle	8		1				200
15 calle	4 y 5	4 avenida	8	1 avenida zona 5	9		1		50		400
1 avenida	5	15 calle	9	cuchilla 7a. Aveni	10	1					250
Cuchilla 7a. Avenida	5	15 calle	10	IGSS	11	1					200
Avenida del IGSS	5	IGSS	11	Bodegas Claro	12			1	50		450
Avenida del IGSS	5	Bodegas Claro	12	IGSS	13	1					500
7a. Avenida	5	14 calle	13	11 calle	14			1			400
11 calle	5	7a. Avenida	14	Vivero Muni	15			1	200	50	
11 calle	5	Vivero Muni	15	7a. Avenida	16	1					200
7a. avenida	5	11 calle	16	Entrada colonia z	17	1			50		350
Avenida Colonia zona 5	5	Entrada de colonia	17	Tope colonia zona	18			1	400	100	
Avenida Colonia zona 5	5	Tope colonia zona	18	Entrada colonia z	19	1					500
7a. avenida	5	Entrada de colonia	19	Tope 7a. Avenida	20		1		400		
7a. Calle	5	Tope 7a. Avenida	20	Tope 7a. Calle	21			1	250		100
7a. Calle	5	Tope 7a. Calle	20	Tope 7a. Avenida	22	1					350
7a. Calle de Escuela Federal	5	Tope 7a. avenida	22	4a. avenida	23		1		200		200
4a. avenida	5	7a. Calle	23	12 calle	24		1		200		
12 calle	5	4a. avenida	24	5a. Avenida	25		1		100		
5a. Avenida	5	12 calle	25	tope colonia zona	26			1	1000	100	400
colonia zona 06	6	tope colonia zona	26	0 calle zona 6	27	1				100	700
0 calle zona 06	6	Entrada colonia z	27	4avenida zona 5	28		1		100		
4a. Avenida	5	0 calle zona 06	28	2 calle zona 05	29		1				200
2a. Calle	5	4a. avenida	29	6a. Avenida	30	1			200		
6a. Avenida	5	2a. Calle	30	6a. Calle	31		1		400		
6a. Calle	5	6a. Avenida	31	7a. avenida	32		1		100		
7a. avenida	5	6a. Calle	32	4a. Calle	33	1			200		
4a. Calle	5	7a. avenida	33	9a. Avenida	34		1				200
9a. Avenida	5	4a.calle	34	3a. Calle	35		1				100
3a. Calle	5	9a. Avenida	35	4a.avenida	36		1		250	50	100
4a. avenida	5	3a. Calle	36	9a. Calle	37	1			500		200
9a. Calle	5	4 avenida	37	0 avenida	38		1		400		100
0 avenida	5	9a. Calle	38	10a. Calle	39		1		100		
10a. Calle	5	0 avenida	39	12 calle	40		1		300		
12 calle	5	10 calle	40	5a. avenida	41		1				200
5a. avenida	5	8a. Calle	41	7a. Calle	42		1				100
7a. Calle	5	5a. Avenida	42	3 avenida	43	1			100		100
3a. Avenida	5	7a. Calle	43	0 calle zona 6	44		1		700		
0 calle zona 06	5	3a avenida	44	2a. Avenida	45		1		100		
2a. Avenida	5	0 calle zona 06	45	1a. Calle	46	1					100
1a. Calle	4	2a. Avenida	46	2a. Aavenida zona	47	1			400		
2a avenida zona 4	4	1a. Calle	47	2a. Calle	48		1		100		
2a. calle	4	2a. Avenida zona	48	2a. avenida	49	1			400		
2a. avenida	5	2a. calle	49	10 calle	50		1		800	200	
10 calle	5	2a. Avenida	50	3a. Avenida	51	1					100
12 calle	5	3a. Avenida	51	1a. Avenida	52	1					200
12 calle	4	1a. Avenida	52	0 avenida	53		1				100
0 avenida	4	12 calle	53	13 calle	54	1					100
13 calle	4	0 avenida	54	3 avenida	55		1				300
Punto Final del recorrido	4										50
TOTAL						20	28	7	8110	600	10290

RESUMEN DE RECORRIDO

Recorrido total	19000
Recorrido en servicio	8110
Servicio a pie	600
Recorrido en tránsito	10290
Vueltas a la derecha	20
Vueltas a la izquierda	28
Retornos	7

Anexo 14, Reporte de ruta del jueves de la empresa 2, se atiende a vecinos de las zonas 4, 5 y 6

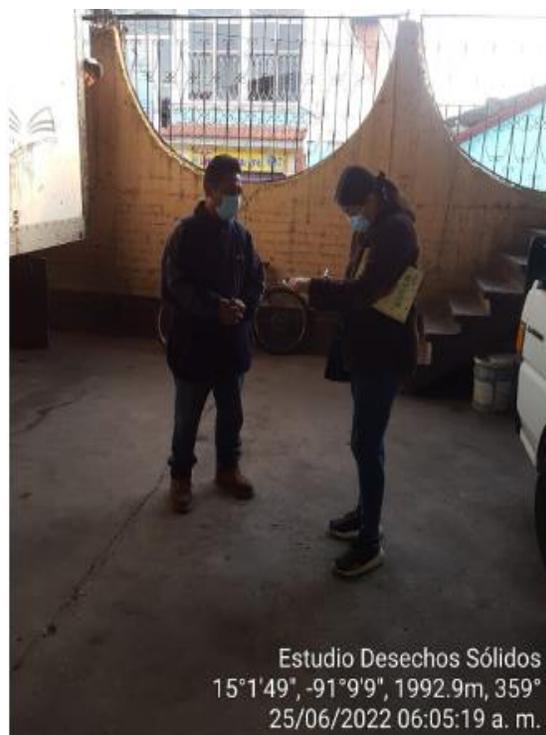
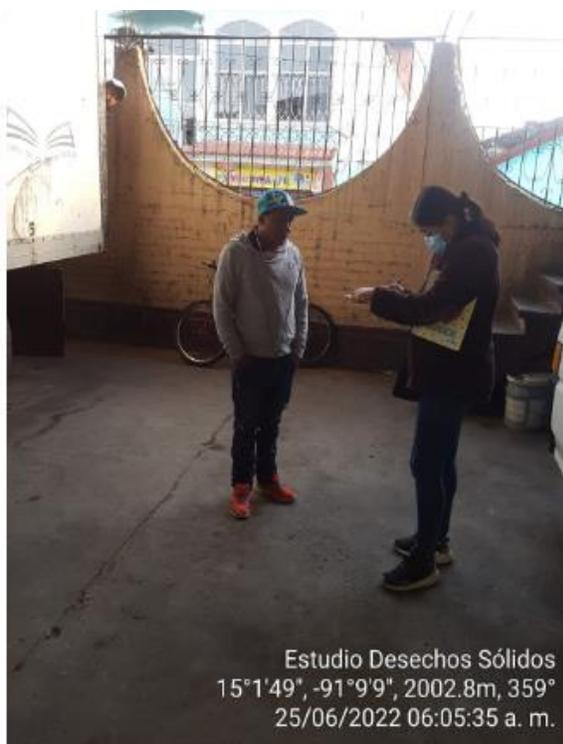
FORMULARIO DE REGISTRO DE MODELO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE ASEO											
MUNICIPIO :	SANTA CRUZ DEL QUICHÉ				RESPONSABLE :	Empresa 2					
ZONA A SERVIR :	4 y 5										
Días de servicio	Jueves				Frecuencia	Dos veces a la semana					
Horario	5: 00 AM A 11: 00 AM					Camión No. 3					
Tripulación	1 piloto y 6 ayudantes										
Sobre calle o avenida	Zona	Desde		Hasta		Vuelta o maniobra			Distancia recorrida en metros		
		Identificación	No. Punto	Identificación	No. Punto	Derecha	Izquierda	Retorno	Servicio	Servicio a pie	Tránsito
4a. Avenida	4	12 calle	A	15 calle			1				300
15 calle	4	4a. Avenida	1	Calzada principal	2	1					200
Calzada principal	4	15 calle	2	Inicio Calzada	3			1			800
Calzada principal	4	Mac donalds	3	17 calle	4	1			10		790
17 calle	4	2 avenida	4	1 avenida	5		1				100
1 avenida	4	17 calle	5	15 calle	6	1					400
15 calle	4 y 5	4 avenida	6	1 avenida zona 5	7		1		50		450
1 avenida	5	15 calle	7	cuchilla 7a. Ave	8	1					200
Cuchilla 7a. Avenida	5	15 calle	8	IGSS	9	1					200
Avenida del IGSS	5	IGSS	9	Bodegas Claro	10			1	50		450
Avenida del IGSS	5	Bodegas Claro	10	IGSS	11	1					500
7a. Avenida	5	14 calle	11	11 calle	12			1			400
11 calle	5	7a. Avenida	12	Vivero Muni	13			1	200	50	
11 calle	5	Vivero Muni	13	7a. Avenida	14	1					200
7a. avenida	5	11 calle	14	Entrada colonia	15	1			50		350
Avenida Colonia zona 5	5	Entrada de color	15	Tope colonia zona 5	16			1	400	100	
Avenida Colonia zona 5	5	Tope colonia zona 5	16	Entrada colonia	17	1					500
7a. avenida	5	Entrada de color	17	Tope 7a. Avenida	18		1		400		
7a. Calle	5	Tope 7a. Avenida	18	Tope 7a. Calle	19			1	250		100
7a. Calle	5	Tope 7a. Calle	19	Tope 7a. Avenida	20	1					350
7a. Calle de Escuela Federal	5	Tope 7a. avenida	20	5a. avenida	21	1			200		100
5a. Avenida	5	7a. calle	21	tope colonia zona 5	22			1	200	800	300
colonia zona 06	6	tope colonia zona 5	22	0 calle zona 6	23	1				100	700
0 calle zona 06	6	Entrada colonia	23	4a avenida zona 6	24		1		100		
4a. Avenida	5	0 calle zona 06	24	2 calle zona 05	25		1				200
2a. Calle	5	4a. avenida	25	6a. Avenida	26	1				200	
6a. Avenida	5	2a. Calle	26	6a. Calle	27		1		400		
6a. Calle	5	6a. Avenida	27	7a. avenida	28		1		100		
7a. avenida	5	6a. Calle	28	4a. Calle	29	1			200		
4a. Calle	5	7a. avenida	29	9a. Avenida	30		1				200
9a. Avenida	5	4a. calle	30	3a. Calle	31		1				100
3a. Calle	5	9a. Avenida	31	4a. avenida	32		1		250	50	100
4a. avenida	5	3a. Calle	32	9a. Calle	33	1			500		200
9a. Calle	5	4 avenida	33	0 avenida	34		1		400		100
0 avenida	5	9a. Calle	34	10a. Calle	35		1		100		
10a. Calle	5	0 avenida	35	12 calle	36		1		300		
12 calle	5	10 calle	36	5a. avenida	37		1				200
5a. avenida	5	8a. Calle	37	7a. Calle	38		1				100
7a. Calle	5	5a. Avenida	38	3 avenida	39	1			100		100
3a. Avenida	5	7a. Calle	39	0 calle zona 6	40		1		700		
0 calle zona 06	5	3a avenida	40	2a. Avenida	41		1		100		
2a. Avenida	5	0 calle zona 06	41	1a. Calle	42	1					100
1a. Calle	4	2a. Avenida	42	2a. Avenida zona 4	43	1				400	
2a avenida zona 4	4	1a. Calle	43	2a. Calle	44		1		100		
2a. calle	4	2a. Avenida zona 4	44	2a. avenida	45	1			400		
2a. avenida	5	2a. calle	45	10 calle	46		1		800	200	
10 calle	5	2a. Avenida	46	3a. Avenida	47	1					100
12 calle	5	3a. Avenida	47	1a. Avenida	48	1					200
12 calle	4	1a. Avenida	48	0 avenida	49		1				100
0 avenida	4	12 calle	49	13 calle	50	1					100
13 calle	4	0 avenida	50	3 avenida	51		1				300
Punto Final del recorrido	4		B								50
TOTAL						22	22	7	6960	1300	9640

RESUMEN DE RECORRIDO

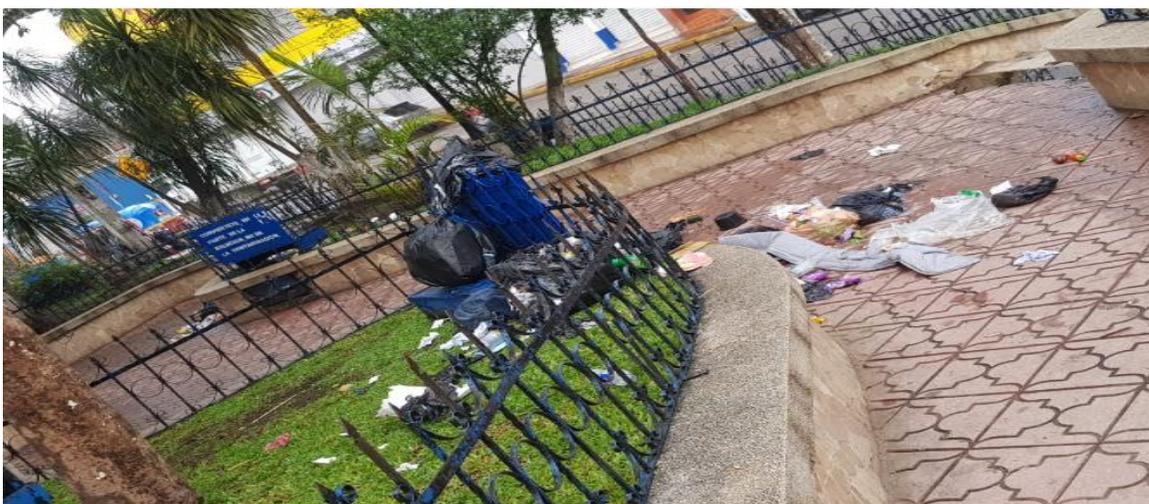
Recorrido total	17900
Recorrido en servicio	6960
Servicio a pie	1300
Recorrido en tránsito	9640
Vueltas a la derecha	22
Vueltas a la izquierda	22
Retornos	7

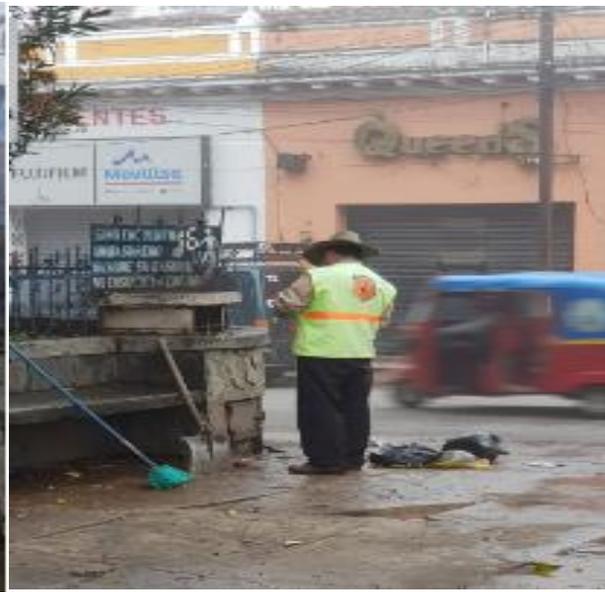
Anexo 15, Modelo de ruta alterna para atender la ruta del jueves de la empresa 2, se atiende a vecinos de las zonas 4, 5 y 6





Anexo 16, Fotografías de entrevistas a personal administrativo y recolectores de la Unidad de Desechos Sólidos de Santa Cruz del Quiché





Estudio Desechos Sólidos
15°1'44", -91°8'55", 2042.0m, 136°
17/06/2022 10:04:41 a. m.



Estudio Desechos Sólidos
15°1'44", -91°8'55", 2041.9m, 150°
17/06/2022 10:04:48 a. m.



Anexo 17, Fotografías del proceso de limpieza de los parques del centro histórico realizado por el personal de la Unidad de desechos sólidos



Anexo 18, Fotografías del relleno sanitario municipal, ubicado en la aldea Lemoa del municipio de Santa Cruz del Quiché



Anexo 18, Fotografías del relleno sanitario municipal, ubicado en la aldea Lemoa del municipio de Santa Cruz del Quiché



Anexo 19, Fotografías del punto verde en donde estacionan un camión compactador desde las 3 de la tarde hasta las 7 de la noche para recibir residuos y desechos sólidos del provenientes del mercado municipal, terminal, recolecciones realizadas en la limpieza de las calles cercanas al mercado y terminal

CONSENTIMIENTO DE USO DE FOTOGRAFÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UNA LOGÍSTICA EFICAZ EN LA RECOLECCIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

El derecho a la propia imagen está reconocido en CORTE DE CONSTITUCIONALIDAD DE GUATEMALA. Sentencia dentro del Expediente 1122- 2005. Guatemala, 1 de febrero de 2006. del derecho al honor y a la propia imagen legitimando la divulgación de imágenes de personas siempre y cuando el titular del derecho otorgue su consentimiento expreso. Igualmente, la normativa vigente de protección de datos de carácter personal permite el uso y difusión de imágenes previa información y consentimiento por parte del titular.

Al elaborar el Trabajo Profesional de graduación de la maestría en artes de Formulación y Evaluación de Proyectos en la escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad De San Carlos De Guatemala, se pretende recabar información e imágenes que sustenten el estudio a desarrollar por lo que se solicita su consentimiento para los usos y finalidades anteriormente descritas para el personal comprendido dentro de la unidad de desechos sólidos de la Municipalidad de Santa Cruz del Quiché así como del personal de las empresas privadas QSL, La Esperanza y Del Valle y que las mismas serán tomadas cuando realicen las diferentes actividades en la labor de los trenes de aseo en esta cabecera municipal. Se informa además que la autorización que se otorgue implicará la Cesión de derechos sobre las imágenes; cesión que se realiza a título gratuito, sin contraprestación económica alguna y sin límite temporal por lo que ha de considerarse como indefinida, como son la utilización de la utilización de la imagen y la publicación en Redes Sociales y portal WEB.

Nombre: Félix Lorenzo Cabrera Morales

Puesto: Supervisor de Desechos Sólidos, Municipalidad de Santa Cruz del Quiché

FIRMA: _____



PRESTO MI CONSENTIMIENTO LA CESIÓN DE LAS IMÁGENES CONTENIDAS EN LAS FOTOGRAFÍAS AUTORIZADAS EN ESTE DOCUMENTO DE PLAN E INFORME DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN DE LA MAESTRÍA EN ARTES DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTO.

PRESTO MI CONSENTIMIENTO PARA QUE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS PUEDA UTILIZAR LA IMAGEN CONTENIDA EN LA FOTOGRAFÍA DE LA ENTREVISTA REALIZADA POR EL SCARLETT YULISSA AQUINO JUÁREZ DE ARENAS, PARA LOS USOS DEFINIDOS EN EL MISMO, ASÍ COMO EN LAS REDES SOCIALES Y PORTAL WEB.

Nombre: Félix Lorenzo Cabrera Morales

Puesto: Supervisor de Desechos Sólidos, Municipalidad de Santa Cruz del Quiché

FIRMA: _____

Santa Cruz del Quiché, 30 de mayo de 2,022



Anexo 20, Consentimiento de uso de fotografía, para el estudio del diseño de una logística eficaz en la recolección y manejo de residuos y desechos sólidos en Santa Cruz del Quiché.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de viviendas por estratos, ubicadas en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.....	40
Tabla 2 Personal operativo y administrativo de la Unidad de Desechos Sólidos de la Municipalidad y las tres empresas privadas autorizadas para la realizar los servicios de recolección de desechos y residuos sólidos, ubicados en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché.	41
Tabla 3 Totalidad de la muestra poblacional para el desarrollo de la logística eficaz en la recolección de desechos sólidos en la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiche, departamento de Quiché.....	43
Tabla 4 Zonas y puntos geográficos asignados a las empresas privadas y la Municipalidad que realizan los trenes de aseo de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.....	45
Tabla 5 Cantidad de viajes diarios realizados por los camiones de la empresa Empresa 1 para la atención de los trenes de aseo en zonas 2 y 6 de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché	51
Tabla 6 Identificación por fracciones sobre la capacidad espacial ocupada en los camiones de la empresa Empresa 2 al momento de realizar las recolecciones diarias	55
Tabla 7 Estimación de la oferta total, en capacidad por peso, desglosado por empresa privada...58	
Tabla 8 Capacidad de oferta en toneladas distribuido por empresa	59
Tabla 9 Cantidad de personas encuestadas por zona geográfica de la cabecera municipal	61
Tabla 10 Desglose de días asignados por cada actividad de caracterización de residuos y desechos sólidos.....	69
Tabla 11 Reporte de caracterización de desechos y residuos sólidos por libra.....	69
Tabla 12 Cantidad de personas integradas por vivienda	71
Tabla 13 Cálculos per cápita	73
Tabla 14 Demanda total anual.....	73
Tabla 15 Estimación de la demanda insatisfecha sobre la atención en las recolecciones de residuos y desechos sólidos domiciliarios	74

Tabla 16 Cálculo de residuos y desechos sólidos no atendidos en los trenes de aseo por demanda insatisfecha	76
Tabla 17 Cálculo de residuos y desechos sólidos atendidos en los trenes de aseo por demanda ..	77
Tabla 18 Datos históricos estadísticos sobre la cantidad de la población del municipio de Santa Cruz del Quiché.....	78
Tabla 19 Proyección de la cantidad de la población para la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché	79
Tabla 20 Proyección de residuos y desechos generados por la población del municipio de Santa Cruz del Quiché.....	80
Tabla 21 Proyección de la oferta y la demanda en la generación de residuos y desechos sólidos de la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.....	81
Tabla 22 Frecuencia de viajes diarios al vertedero municipal de Santa cruz del Quiché	99
Tabla 23 Tiempos utilizados por fases en la secuencia de ruta laboral al día por empresa.....	100
Tabla 24 Resumen de recorrido en ruta de la empresa Empresa 2, atendiendo a vecinos de las zonas 4, 5 y 6.....	106
Tabla 25 Resumen de recorrido en nuevo modelo de ruta de la empresa Empresa 2, atendiendo a vecinos de las zonas 4, 5 y 6	107
Tabla 26 Resumen comparativo de ruta actual y nuevo modelo de ruta de la empresa Empresa 2, atendiendo a vecinos de las zonas 4, 5 y 6.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Croquis satelital geográfico en relieve delimitado por zonas de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.....	46
Figura 2 Capacidad volumétrica de los camiones por sus características	47
Figura 3 Camión destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 1 para atención de las zonas 2 y 6	49
Figura 4 Camión dos, destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 1 para atención de las zonas 2 y 6	50
Figura 5 Camión tipo furgón destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 2 para atención de las zonas 1 y 4	52
Figura 6 Camión estilo furgón destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 2 para atención de la zona 5	53
Figura 7 Camión estilo estaca o de baranda destinado para rutas únicamente cuando es necesario	54
Figura 8 . Ejemplo del espacio ocupado por fracciones sobre la totalidad de las capacidades en cada uno de los camiones de la empresa 2 durante los trenes de aseo realizados en forma diaria.	55
Figura 9 Camión destinado para realizar la recolección de residuos y desechos sólidos propiedad de la empresa 3, para atención de las zonas 1 y 3	57
Figura 10 . Zonas de ubicación de viviendas pertenecientes a la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché	60
Figura 11 Cantidad de integrantes por cada vivienda	61
Figura 12 Apreciación subjetiva en peso de los desechos que generan las personas en una vivienda	62
Figura 13 Apreciación subjetiva por parte de los recolectores al determinar el peso de los desechos que generan las personas en una vivienda	63
Figura 14 Grupo de colaboradores de la Unidad de Desechos Sólidos, quienes apoyaron en el proceso de caracterización de desechos sólidos.....	65
Figura 15 Grupo de bolsas recolectadas en la ruta asignada para realizar las actividades de la caracterización de los desechos sólidos.....	66

Figura 16 Camión de la municipalidad asignado como equipo de apoyo para realizar las actividades de recolección y proceder a la caracterización de los desechos	66
Figura 17 . Lugar asignado para realizar las actividades de recolección y proceder a la caracterización de los desechos sólidos.....	67
Figura 18 Método de cuarteo.....	68
Figura 19 . Equipo completo que ayudo en el último proceso de recolección y caracterización de los desechos y residuos.....	70
Figura 20 . Camión proporcionado por la Municipalidad como apoyo para realizar el trayecto de ruta para la caracterización.....	72
Figura 21 Registro de usuarios atendidos por las empresas privadas y registro de la demanda insatisfecha, junio 2022	75
Figura 22 Gráfico que genera la fórmula de regresión lineal sobre una base histórica por la cantidad de habitantes de 8 años históricos de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.....	79
Figura 23 Gráfico del comportamiento proyectado a 10 años de la oferta y la demanda de los residuos y desechos sólidos en toneladas anuales para la población de la cabecera municipal de Santa Cruz del Quiché.	81
Figura 24 Como procede la población en relación con el destino final de los desechos domiciliars	83
Figura 25 Confirmación de pago de la cuota por servicios de recolección otorgados por empresas privadas.....	84
Figura 26 . Empresas que brindan el servicio de recolección de residuos y desechos sólidos	85
Figura 27 Tarifas pagadas por los vecinos a las empresas privadas recolectoras.....	86
Figura 28 Satisfacción por parte de los vecinos en relación con el servicio de recolección de desechos domiciliars.....	87
Figura 29 Mejoras en el servicio de recolección de desechos domiciliars, consultado a vecinos	88
Figura 30 Mejoras en el servicio de recolección de desechos domiciliars, consultado a recolectores	89
Figura 34 . Cantidad de personas dedicadas a la recolección de desechos sólidos.....	92
Figura 35 Personal realizando la recolección de los residuos sólidos en ruta del jueves de la empresa 2, agosto 2022	92

Figura 36 Edad de las personas dedicadas a la recolección de desechos sólidos	93
Figura 37 . Forma en como procede la población con artículos de vidrio quebrados y para disposición final	94
Figura 38 Artículos más frecuentes con los que se lastiman las personas dedicadas a labores de recolección	95
Figura 40 Percepción de la población por la limpieza en los parques del centro histórico	96
Figura 39 Proceso de separación de residuos por parte de la población	97
Figura 41 Resultado de grabación de ruta por sistema de GPS Logger, jueves 25 de agosto 2022	102
Figura 42 Resultado de grabación de ruta por sistema de GPS Logger, indicando puntos principales durante la ruta jueves 25 de agosto 2022.....	103
Figura 43 Resultado de grabación de ruta por sistema de GPS Logger, indicando puntos principales durante la ruta jueves 25 de agosto 2022.....	104