



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de
Licenciatura en Gestión ambiental.

Título del Proyecto de Investigación:

“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SAN LORENZO, PROVINCIA DE
ESMERALDAS”

Autor:

Alvarez Ortiz Andrea Elizabeth

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Carlos Alberto Nieto Cañarte

Quevedo – Los Ríos - Ecuador.

2021

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS.**

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Alvarez Ortiz Andrea Elizabeth**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alvarez Ortiz Andrea Elizabeth

C.C. # 100438133-9

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Carlos Nieto Cañarte, Msc.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Andrea Elizabeth Alvarez Ortiz** realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL CANTÓN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS**”, previo a la obtención del título de Licenciatura en Gestión Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....

ING. CARLOS NIETO CAÑARTE, MSC.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Document Information

Analyzed document	TESIS ANDREA ALVAREZ ORTIZ.docx (D99379368)
Submitted	3/23/2021 7:26:00 PM
Submitted by	
Submitter email	andrea.alvarezo@uteq.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	cnieto.uteq@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS Tanya Guzman URKUNG.docx Document TESIS Tanya Guzman URKUNG.docx (D97159830)	 2
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / PROYECTO DE INVESTIGACION URKUND.docx Document PROYECTO DE INVESTIGACION URKUND.docx (D98285060) Submitted by: jurdanigo@uteq.edu.ec Receiver: jurdanigo.uteq@analysis.orkund.com	 2

.....
ING. CARLOS NIETO CAÑARTE, MSC.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TÍTULO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Optimización del sistema de rutas para la recolección de residuos sólidos urbanos en el
cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Licenciatura en Gestión Ambiental.

Aprobado por:

DRA. LIDIA VLASSOVA

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

ING. JULIO PAZMIÑO

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

ING. JUAN PABLO URDÁNIGO

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2021

AGRADECIMIENTO

De forma especial le agradezco en primer lugar a Dios por brindarme la vida y gozar de buena salud, por ser esa fortaleza en mi vida y no dejar que me rinda, siendo el mejor maestro y guía en mi proceso y permitirme culminar mi carrera profesional.

Gracias a mis padres Edison Álvarez por enseñarse a ser responsable a mi madre Adelina Ortiz por ser mi pilar y motor mi fiel compañía durante este proceso por brindarme la educación durante todos estos años de sacrificios.

Mi apoyo incondicional mi hermana Estefanía Álvarez agradecida eternamente por ayudarme en todo lo que estuvo a su alcance, comprenderme y darle ánimo para cumplir con mis obligaciones mil gracias.

Los mejores seres humanos que Dios me pudo poner en mi camino mis amigas, por ser ese empuje que siempre necesitaba gracia por estar conmigo en todo este proceso que juntas fuimos creciendo, gracias por ese apoyo incondicional que me brindaron y por esa amistad leal es lo mejor que me pudo pasar durante este proceso

Un agradecimiento especial a mis amigos con quienes iniciamos este proceso, de cada uno aprendí algo y cada uno supo estar conmigo en algún momento de mi vida. Soy afortunada por tener la dicha de haber conocido personas extraordinarias gracias amigos míos.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres y mi hermana. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi madre por ser mi motor de vida y estar en todo momento conmigo quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mi padre por estar presente en mi proceso. A mi hermana por ser ese apoyo incondicional y creer en mí además de ser mi mano derecha y no dejarme desfallecer en ningún momento.

Les agradezco infinitamente a ustedes por todo y por la mujer que ahora soy, ya que sin su ayuda y apoyo no podría terminar este gran sueño. Los amo con todo mi corazón.

RESUMEN EJECUTIVO

En el sistema de recolección de residuos sólidos en el cantón San Lorenzo se evidencia la deficiencia en el manejo de los residuos que se generan en el área estudiada. La presente investigación se realizó con la finalidad de proponer la optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos en el cantón San Lorenzo. En la primera etapa se realizó un diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos urbanos que se generan en el área de estudio, para ello se realizó una entrevista a dos funcionarios públicos del GAD municipal del cantón San Lorenzo. Además, mediante observación directa a los vehículos que realizan la recolección se pudo conocer el recorrido que realizan. En cuanto a la fase de la caracterización se realizó la entrega de fundas de colores para la respectiva clasificación de los residuos.

Esta investigación determinó a través del muestreo la viabilidad de implementar una propuesta basada en la optimización de rutas para la recolección RSU. Se pudo conocer mediante los datos obtenidos se aplicó el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un intervalo de confianza 95%, se identificó que estadísticamente existe variabilidad significativa en cuanto a la producción de residuos orgánicos con un peso representativo de 62,59 %, de la misma manera se obtuvo que los residuos ordinarios representan 24,52% y los residuos plásticos representan el 12,89% obteniendo un promedio de la producción diaria de 0,60 kg/hab/día.

Para la modelación de la ruta con las condiciones adecuadas y eficientes de las rutas de recolección de residuos sólidos se empleó el rediseño de las rutas de recolección y por medio del software ArcGIS 10.5. los resultados ayudarán a mejorar el servicio siendo una solución viable que refleje resultados positivos para las actuales y futuras generaciones del cantón siendo importante que el GAD municipal tome en consideración la implementación de políticas públicas direccionadas a mejorar la calidad del servicio de recolección de residuos sólidos.

Palabras clave: Optimización, rutas, producción per-cápita, residuos, recolección, gestión de residuos sólidos.

ABSTRACT

In the solid waste collection system in the San Lorenzo canton there is evidence of a deficiency in the management of the waste generated in the studied area. The present investigation was carried out in order to propose the optimization of routes for the collection of solid waste in the San Lorenzo canton. In the first stage, a diagnosis of the current situation of urban solid waste generated in the study area was carried out, for which an interview was carried out with two public officials of the municipal GAD of the San Lorenzo canton. In addition, through direct observation of the vehicles that carry out the collection, it was possible to know the route they make. Regarding the characterization phase, the delivery of colored covers was made for the respective classification of the waste. This research determined through sampling the feasibility of implementing a proposal based on route optimization for MSW collection. It was possible to know through the data obtained, the analysis of variance and the Tukey test were applied with a 95% confidence interval, it was identified that statistically there is significant variability in terms of the production of organic waste with a representative weight of 62.59% In the same way, it was obtained that ordinary waste represents 24.52% and plastic waste represents 12.89%, obtaining an average daily production of 0.60 kg / person / day. For the modeling of the route with the adequate and efficient conditions of the solid waste collection routes, the redesign of the collection routes was used and through the ArcGIS 10.5 software. The results will help to improve the service, being a viable solution that reflects positive results for the current and future generation of the canton, and it is important that the municipal GAD take into consideration the implementation of public policies aimed at improving the quality of the solid waste collection service.

Keywords: Optimization, routes, per-capita production, waste, collection, solid waste management.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iv
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	vi
TÍTULO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN EJECUTIVO	x
ABSTRACT.....	xi
CÓDIGO DUBLIN	xvii
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I.....	21
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.1. Problema de investigación.	22
1.1.1. Planteamiento del problema.	22
1.1.2. Formulación del problema.	24
1.1.3. Sistematización del problema.	24
1.2.Objetivos.	25
1.2.1. Objetivo General.	25
1.2.2. Objetivos Específicos.	25
1.3.Justificación.	26
CAPÍTULO II	27
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.1. Marco conceptual	28
2.1.1. Generación de residuos sólidos.....	28
2.1.2. Residuos sólidos	28
2.1.3. Clasificación de los residuos	28
2.1.3.1. Según su origen	29
2.1.3.2. Según su peligrosidad.....	29
2.1.4. Caracterización de residuos sólidos municipales	30
2.1.4.1. Características Físicas.....	31

2.1.5. Recolección de residuos sólidos	33
2.1.6. Importancia del correcto manejo de los residuos sólidos	33
2.1.7. Código de colores	34
2.1.7.1. Clasificación específica	35
2.1.8. Gestión de residuos.....	36
2.1.8.1. Fases de la gestión de residuos solidos	36
2.1.8.2. Factores para la recolección de residuos sólidos urbanos	36
2.1.9. Recolección de residuos sólidos en Latino-América	37
2.1.9.1. Políticas a incrementar para optimizar el rendimiento de los recolectores	37
2.1.9.2. Optimización de rutas	38
2.1.10. Sistemas de información geográfica (SIG)	38
2.2. Marco referencial	39
2.2.1. Análisis del sistema de recolección de residuos sólidos	39
2.2.3. Análisis de la gestión de residuos sólidos	39
2.2.4. Análisis de los costos de operación del sistema de recolección de residuos sólidos.	40
2.2.5. Análisis para la evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos.	40
2.2.6. Optimización de ruta de recolección de residuos solidos.....	41
CAPÍTULO III.....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	42
3.1. Localización.	43
3.2. Tipo de investigación	44
3.2.1. Investigación Exploratoria.....	44
3.2.2. Investigación de Campo	44
3.2.3. Investigación Descriptiva	44
3.3. Métodos de investigación	45
3.3.1. Método Deductivo	45
3.3.2. Método de Observación	45
3.3.3. Método de Síntesis	45
3.4. Fuentes de recopilación de información	45
3.4.1. Fuente primaria.....	45
3.4.2. Fuente Secundaria	46
3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.5.1. Diagnosticar la gestión actual de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.	46

3.5.2. Caracterizar los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.	47
3.5.2.4. Proponer una ruta eficiente para la recolección de los residuos sólidos urbanos del cantón.	51
3.6. Instrumentos de investigación.	53
3.7. Tratamiento de los datos.....	54
3.8. Recursos humanos y materiales.....	54
3.8.1. Recursos humanos.....	54
3.8.2. Materiales.....	54
3.8.3. Materiales y equipo de protección.....	55
CAPÍTULO IV	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1. Diagnosticar la gestión actual de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.	57
4.1.1. Situación actual.	57
4.1.2. Zonas del recorrido actual.	59
4.1.3. Mapa de zonas del recorrido actual	61
4.2. Caracterizar los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.	62
4.2.1. Distribución del muestreo.....	62
4.2.2. Generación per-cápita de los residuos sólidos	62
4.2.2.1. Producción per-cápita	70
4.2.3. Proponer una ruta eficiente para la recolección de los residuos sólidos urbanos del cantón. ...	71
4.3. Generar la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos (UGRS).....	72
4.3.1. Establecimiento de horarios fijos de recolección	72
4.3.2. Implementación de contenedores de clasificación de residuos.	74
4.3.3. Capacitación	75
4.4. DISCUSIÓN	76
CAPITULO V.....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1. CONCLUSIONES	79
5.2. RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍAS	81
6.1. BIBLIOGRAFÍAS	82
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción per-cápita en el Ecuador durante el periodo de 2016 a 2017.	31
Tabla 2. Producción per-cápita en el Ecuador a nivel provincial durante el año 2016.	32
Tabla 3. Vectores de enfermedades infecciosas.	33
Tabla 4. Clasificación por colores para el almacenamiento de residuos sólidos.	34
Tabla 5. Clasificación específica de los recipientes de residuos sólidos.	35
Tabla 6. Procesos realizados en la herramienta Network Analyst.	53
Tabla 7. Material y equipo de protección.	55
Tabla 8. Recolección de residuos sólidos en el cantón San Lorenzo (Días, frecuencia y horarios).	58
Tabla 9. Características de los vehículos recolectores de residuos sólidos.	59
Tabla 10. Zonas del cantón San Lorenzo.	60
Tabla 11. Residuos Orgánicos generados diariamente en el cantón San Lorenzo.	63
Tabla 12. Residuos Plásticos generados diariamente en el cantón San Lorenzo.	65
Tabla 13. Residuos Ordinarios generados diariamente en el cantón San Lorenzo.	67
Tabla 14. Resumen de la producción de residuos sólidos en el cantón.	69
Tabla 15. Zonas, horarios y frecuencia de recolección propuestos.	73
Tabla 16. Distancia y número de contenedores clasificadores.	74

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Método estadístico para el número de la muestra.	49
Ecuación 2. Cálculo del PPC.	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Ubicación del área de estudio.	43
Ilustración 2. Planificación del proceso de caracterización de los residuos sólidos.	48
Ilustración 3. Mapa de zonas de recolección actual en el cantón San Lorenzo.	61
Ilustración 4. Puntos de muestreo del área urbana.	62
Ilustración 5. Mapa de la ruta propuesta para la recolección de residuos del cantón San Lorenzo.	71

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista al director de la UGAS.	87
Anexo 2. Cuestionario.....	89
Anexo 4. Puntos de coordenadas con sus respectivas coordenadas UTM.	90
Anexo 8. Socialización del proyecto.....	100
Anexo 9. Recolección y pesaje de muestras.....	100
Anexo 10. Clasificación de los residuos orgánicos.....	101
Anexo 11. Clasificación de Residuos Plásticos.....	101
Anexo 12. Clasificación de los Residuos Ordinarios.	102

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Optimización del sistema de rutas para la recolección de residuos sólidos urbanos en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas		
Autor:	Alvarez Ortiz Andrea Elizabeth		
Palabras clave:	Optimización	Rutas	producción per cápita
	Residuos	Recolección	Gestión de residuos sólidos.
Fecha de publicación:	Mayo 2021		
Editorial:	Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021.		
Resumen:	En el sistema de recolección de residuos sólidos en el cantón San Lorenzo se evidencia la deficiencia en el manejo de los residuos que se generan en el área estudiada. La presente investigación se realizó con la finalidad de proponer la optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos en el cantón San Lorenzo. En la primera etapa se realizó un diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos urbanos que se generan en el área de estudio, para ello se realizó una entrevista a dos funcionarios públicos del GAD municipal del cantón San Lorenzo. Además, mediante observación directa a los vehículos que realizan la recolección se pudo conocer el recorrido que realizan. En cuanto a la fase de la caracterización se realizó la entrega de fundas de colores para la respectiva clasificación de los residuos. Esta investigación determinó a través del muestreo la viabilidad de implementar una propuesta basada en la optimización de rutas para la recolección RSU. Se pudo conocer mediante los datos obtenidos se aplicó el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un intervalo de confianza 95%, se identificó que estadísticamente existe variabilidad significativa en cuanto a la producción de residuos		

	orgánicos con un peso representativo de 62,59 %, de la misma manera se obtuvo que los residuos ordinarios representan 24,52% y los residuos plásticos representan el 12,89% obteniendo un promedio de la producción diaria de 0,60 kg/hab/día. Para la modelación de la ruta con las condiciones adecuadas y eficientes de las rutas de recolección de residuos sólidos se empleó el rediseño de las rutas de recolección y por medio del software ArcGIS 10.5. los resultados ayudaran a mejorar el servicio siendo una solución viable que refleje resultados positivos para las actuales y futuras generación del cantón siendo importante que el GAD municipal tome en consideración la implementación de políticas públicas direccionadas a mejorar la calidad del servicio de recolección de residuos sólidos.
Descripción:	
URL:	

INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos constituye a nivel mundial un problema para las grandes ciudades, debido a varios factores que reflejan altos índices de crecimiento demográfico, expansión de la población en las áreas urbanas, los patrones de consumo y sus cambios constantes, el desarrollo de los sectores industriales y empresas de manejo descontrolada todo pesando el mejorar las condiciones de vida de la población sin considerar el aumento desmedido en la generación de los residuos, donde nace la necesidad de implementar un sistema de recolección de residuos dentro de las zonas pobladas (1).

En lo que concierne a nuestro país (Ecuador), el manejo inadecuado de los residuos sólidos es una de las principales problemáticas que mayor impacto ambiental genera hacia las fuentes naturales, primordialmente en cantones donde no cuentan con un área (relleno sanitario) propia para su disposición final. Empezando la problemática desde la recolección de los residuos sólidos urbanos (3).

Dentro del país se debe identificar las fortalezas y atrasos del sistema de recolecciones de residuos sólidos, además de sacarle provecho a las capacidades que se determinen luego de un diagnostico que indique la situación institucional, legal y normativa siendo crucial realizar el análisis a la situación técnica operativa de cada uno de los procesos que se realizan tal es el caso de la fase (de recogida, transferencia y disposición final. Existen las capacidades administrativas que se consideran parte fundamental para realizar actividades como los proyectos de reciclaje, programas de composta haciendo participe a la ciudadanía para que se involucre y sea de apoyo a las actividades de las municipalidades y llevar acabo un adecuado manejo de los residuos sólidos en el país (4).

En cuanto al acceso de los servicios públicos que brinda la municipalidad existe un indicador que refleja que el 50% de la población urbana no cuenta con la recolección formal y apropiada. El sector más vulnerable es el área rural donde no se brinda el servicio. Así mismo es importante indicar que la gestión de los residuos abarca el 30% del proceso. Se lo realiza en buenas condiciones, por lo tanto, el 70% de residuos está siendo arrojado a los cuerpos hídricos, terrenos vacíos, quebradas y basureros clandestinos (5).

Actualmente en el cantón San Lorenzo el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos está a cargo del GAD municipal cuenta con cuatro rutas estratégicas de recolección mismas que se llevan a cabo en una jornadas matutinas. Existen ciertos sectores del cantón que no cuentan con el servicio de recolección siendo la principal causa el desinterés de las autoridades en ejecutar estrategias direccionadas a la correcta planeación de rutas. Otro de los problemas es el difícil acceso a los barrios por las vías que se encuentran en mal estado, además la municipalidad invierte poco presupuesto en el sistema de recolección de RSU.

La presente investigación tiene como finalidad realizar un análisis de las rutas actuales e identificar una serie de deficiencia en el recorrido y el tiempo de recolección de residuos sólidos. En los últimos años el municipio ha optado por colocar treinta contenedores en las esquinas de los barrios dichos contenedores tiene una capacidad de 50 ton, estos puntos son identificados como puntos focales que representa un grave problema ambiental por la dispersión de malos olores y la aglomeración de la basura siendo fuentes fijas de contaminación ambiental además de no abastecer la cantidad de residuos que se producen en estas áreas. Es por ello la necesidad de considerar la implementación de la propuesta de optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos buscando mejorar la eficiencia del servicio y de las operaciones siendo importante minimizar costos en las operaciones llegando a abastecer el 100% de la cobertura dentro del cantón.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En el cantón San Lorenzo el gobierno autónomo descentralizado es el responsable de la recolección y barrido de los residuos sólidos que se generan de forma diaria dentro de la zona de estudio. Siendo notorio la ausencia de educación ambiental en los habitantes, existiendo aglomeración de residuos en las calles principales además de los malos hábitos de sacar los residuos fuera de los horarios de recolección, pero este problema también se da por la inestabilidad de los horarios fijos de los carros recolectores.

Toda la problemática que se identifica en el desarrollo de la investigación se encuentra direccionada a la ausencia de planificación estratégica enfocada a las rutas de recolección de los residuos sólidos, donde mediante la información recopilada se conoce que el porcentaje de eficiencia en el cantón está alrededor del 73% por los recorridos de forma intuitiva existiendo falencias en ciertas zonas del cantón por el servicio, donde urge que se optimice el tiempo y gastos de las operaciones permitiendo un mejor rendimiento y eficiencia del servicio brindado. Se presentan varios aspectos relevantes que hacen notorio el problema latente, donde el desinterés en temas ambientales dentro del cantón es evidente adicionalmente existe poca inversión financiera en el servicio de recolección, derroche de combustible por recorridos innecesarios de las unidades de recolección, descontento de la población con el servicio brindado siendo crucial la aplicación de una propuesta que permita optimizar las rutas y que asegure un mejor servicio donde se abastezca a toda la población del cantón.

Diagnóstico.

La principal falencia que tiene el GAD municipal del cantón es que cuenta con bajo presupuesto para cubrir la recolección de residuos dentro los sectores, lo que da como resultado la inexistencia de estudios para una adecuada recolección de residuos sólidos. En la zona de estudios no existen propuestas que se encuentren direccionadas al ordenamiento y planificación del espacio urbano también existe escasa conciencia ambiental de la población en el manejo de los residuos. Sin embargo, las autoridades del GAD municipal puedan implementar proyectos de investigación para mejorar y optimizar los servicios de recolección de residuos sólidos urbanos que permitirán ahorrar recursos y tiempo.

Pronóstico.

La contaminación ambiental se presenta por el desmedido aumento y generación de los residuos sólidos urbanos (RSU), ocasionado por diversos factores, entre los que se encuentra el crecimiento de la población, los cambios en los hábitos de consumo, la migración o las nuevas costumbres, así como el manejo deficiente de estos residuos por parte de los organismos encargados y de la misma sociedad (6).

El problema latente radica en la variabilidad del sistema de recolección de residuos sólidos, existiendo una generación de diversas clases en diferentes cantidades y en áreas dispersas, como resultado hacen que la logística de la recolección se vuelva cada vez más compleja es por lo tanto se debe rediseñar la rutas donde se minimice los costos, la distancia o tiempo de recolección de residuos sólidos por ello es imprescindible que la influencia del servicio comprende una serie de acciones asociadas para manipular a los residuos final, incluyendo operaciones intermedias como la correcta clasificación (7).

1.1.2. Formulación del problema.

¿De qué manera se podría mejorar la recolección de residuos sólidos urbanos en el cantón San Lorenzo?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Es factible conocer la gestión y manejo actual de los residuos sólidos urbanos en el cantón?

¿Cómo son las características de los residuos sólidos urbanos en el cantón?

¿De qué manera se lograría contribuir al mejoramiento de los procesos de recolección de residuos sólidos urbanos en el cantón?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Optimizar las rutas para la recolección de residuos sólidos urbanos en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la gestión actual de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.
- Caracterizar los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.
- Proponer una ruta eficiente para la recolección de los residuos sólidos urbanos del cantón.

1.3. Justificación.

Se ha reportado que las prácticas de recolección, transferencia y transporte son afectadas por los sistemas inapropiados de recolección de residuos, la mala planificación de rutas, la falta de información sobre los horarios de recolección, infraestructura insuficiente, calles en malas condiciones y la cantidad de vehículos utilizados en la recolección (8).

Actualmente las planificaciones de recolección se manejan sin un diseño de rutas o estudio técnico previo siendo evidente al inadecuado manejo de la recolección de los residuos sólidos, por su forma intuitiva de realizar dicha actividad misma que demanda más tiempo y costos operativos en la recolección por lo tanto, en busca de contribuir al desarrollo del trabajo se pretende que las autoridades del GAD municipal ejecuten una planificación de recolección de RSU donde se disminuyan los costos socio-económicos que el municipio invierte en esta actividad.

La problemática que se presenta en el cantón San Lorenzo radica en el manejo y recolección que reciben los residuos sólidos siendo el motivo que impulsa a la investigación, analizando cada una de los factores que inciden de manera negativa a la correcta recolección de los residuos sólidos entre ellos la acumulación excesiva de residuos sólidos en las vías públicas que provoca fuentes de generación y propagación de malos olores además de dar una mala imagen para el cantón, adicionalmente la falta de carros recolectores que cubran completamente la zona que no son transitadas necesitan ser subsanada de manera urgente a sí mismo la inestabilidad de horarios de recolección incide en que se genere en altos costos y pérdida de tiempo.

La presente investigación busca beneficiar a la sociedad del cantón además de conocer la situación actual del proceso de recolección de los residuos, con la finalidad de contribuir en la optimización de las rutas con la propuesta de mejora que se plantea también reducir los costos de gestión de transporte y tiempo de recorrido, perfeccionando el servicio de recolección de RSU encaminado a solucionar un problema del entorno real y social proyectando estrategias que exploran y se preocupan en ayudar a los habitantes del cantón y resguardar los recursos municipales.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Generación de residuos sólidos

A nivel mundial la generación de residuos es uno de los problemas más graves que trae consigo un costo ambiental que la población debe de pagar debido al descontrol de los gobiernos en los últimos años trayendo consigo afectaciones a la salud humana y masiva contaminación ambiental. De ahí la importancia de gestionar adecuadamente los residuos que generamos para transformarlos en recursos e impactar en el ahorro de materias primas a través de prácticas de reusó y reciclado; así, también es importante la conservación de los recursos naturales para favorecer la reducción del impacto ambiental que provoca la generación de residuos y promover el desarrollo sostenible (9).

2.1.2. Residuos sólidos

Los residuos sólidos se encuentran en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos suele considerarse que carecen de valor económico, y se les conoce coloquialmente como “basura”. Los residuos sólidos pueden ser definidos como “aquellos materiales orgánicos o inorgánicos de naturaleza compacta, que han sido desechados luego de consumir su parte vital”. Asimismo, explica que “el concepto de residuo sólido es un concepto dinámico que evoluciona paralelamente al desarrollo económico y productivo (10).

2.1.3. Clasificación de los residuos

Los residuos sólidos urbanos se dividen principalmente en orgánicos e inorgánicos:

Residuos orgánicos: Son aquellos que son biodegradables, y tienen características favorables para ser aprovechados debido a su rápida cualidad de degradarse siendo considerada materia orgánica y ser empleada en varias actividades. La materia que se considera orgánica son los restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, telas naturales y residuos procedentes de la poda de plantas. Estos desechos pueden recuperarse y utilizarse para la fabricación de un fertilizante eficaz y beneficioso para el medio ambiente, a través de la lombricultura y la elaboración de compost (2).

Residuos inorgánicos: Son aquellos residuos que no cuenta con la característica de degradarse naturalmente debido a que son desechos de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural; sin embargo, si algunos de estos tienen la posibilidad de descomponerse, esta tarda demasiado tiempo. Los residuos domiciliarios inorgánicos provienen de minerales y productos sintéticos. Algunos ejemplos son: metales (latas, chatarra), envases de plástico, vidrios, cristales, cartones plastificados, pilas, textiles y materiales tóxicos derivados de productos de limpieza (2).

Hay diversas opciones para clasificar los residuos, en función de su peligrosidad o de sus propiedades físicas y químicas, según su origen o según otras clasificaciones más exhaustivas, como las contenidas en el Catálogo Europeo de Residuos (12).

2.1.3.1. Según su origen

Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden realizar. A continuación, se mencionan algunas categorías:

- Domiciliarios, urbanos o municipales
- Industriales
- Agrícolas, ganaderos y forestales
- Mineros
- Hospitalarios o de Centros de Atención de Salud
- De construcción
- Portuarios
- Radiactivos

Una denominación de uso frecuente es "asimilable a residuo urbano" que se utiliza para los residuos generados en cualquier actividad y tiene características similares a los residuos urbanos y por lo tanto pueden ser gestionados como tales (13).

2.1.3.2. Según su peligrosidad

Residuo peligroso: Los residuos considerados peligrosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico – infecciosas, explosivas y/o radioactivas o explosivas (código C.R.E.T.I.B.), considerado como un peligro o

riego para el ambiente y la salud humana conforme las disposiciones legales aplicables en cuento a residuos peligros, posterior a un proceso controlado de limpieza pueden ser transformados en residuos especiales (14).

Residuos Inertes. Residuos que, una vez depositados en un vertedero, no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas y cumplen con los criterios de lixiviación determinados por reglamento (12).

Residuos especiales. Aquellos residuos que se encuentran determinados en el listado Nacional de Desechos Especiales, lo que implica que la regularización ambiental para su gestión, transporte, almacenamiento y disposición final serán regulados de acuerdo a los lineamientos técnicos específicos establecidos en base a la legislación ambiental vigente; que sin ser necesariamente peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud por ende con la finalidad de reducir las altas cantidades de residuos es importante implementar sistemas de recuperación, reutilización y reciclaje y controlar el manejo de estos residuos (14).

Residuos No Peligrosos. Se consideran a los residuos no peligros las sustancias o elementos Cualquier que no presenta tipologías de peligrosidad con base en características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico - infecciosas explosivas y/o radioactivas o explosivas (código C.R.E.T.I.B.), este tipo de residuos son susceptibles al aprovechamiento ya que no cuenta con un valor para el generador pero se puede transformar en un bien con un valor económico adicional (14).

2.1.4. Caracterización de residuos sólidos municipales

La caracterización de residuos sólidos municipales se realiza a través de un estudio, en el cual se obtienen datos tales como: la cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en una área o ámbito geográfico considerado acto para la respectiva caracterización. Este estudio permite una planificación técnica y además de operativa en el manejo de los residuos sólidos, así mismo la planificación administrativa y financiera deben hacer frente a los servicio de limpieza pública (15). Los estudios de caracterización representa un insumo

fundamental para elaborar una serie de instrumentos que se emplean para la gestión de los residuos sólidos, además de permitir la planificación de proyectos de inversión y otros que aprueben tomar disposiciones en la gestión integral de residuos sólidos en distintos tiempos y plazos (15).

2.1.4.1. Características Físicas

Las características físicas pueden ser: producción *per-cápita* (PPC), composición gravimétrica, peso específico, contenido de humedad y capacidad de campo.

Producción *per-cápita* (PPC)

Nos indica el peso de residuos producidos diariamente en función de la cantidad de habitantes de un área definida. De acuerdo al INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo) en nuestro país (Ecuador) para el año 2017 se registraron cifras de un PPC a nivel urbano entre un 0.71 y 0.91 en las 4 regiones del país, aumentando cerca del 21% y 23% respecto al año 2016 (tabla 1). En lo que concierne para el año 2016, las provincias que mayor PPC presentaron fueron: Imbabura, Galápagos, Orellana, Sucumbíos, Santo Domingo y Santa Elena (16). (tabla 2).

Tabla 1. Producción per-cápita en el Ecuador durante el periodo de 2016 a 2017.

Año		PPC (Kg/hab/día)		
Región				
	Costa	Sierra	Oriente	Insular o Galápagos
2016	0.61	0.56	0.57	0.73
2017	0.96	0.57	0.71	0.73

Fuente: INEC

Elaborado por: Autora, 2021.

Tabla 2. Producción per-cápita en el Ecuador a nivel provincial durante el año 2016.

Provincia	PPC (Kg/hab/día)
Azuay	0.5
Bolívar	0.6
Cañar	0.6
Carchi	0.6
Cotopaxi	0.5
Chimborazo	0.6
El Oro	0.6
Esmeraldas	0.6
Guayas	0.6
Imbabura	0.7
Loja	0.6
Los Ríos	0.6
Manabí	0.6
Morona Santiago	0.5
Napo	0.6
Pastaza	0.6
Pichincha	0.6
Tungurahua	0.5
Zamora Chinchipe	0.5
Galápagos	0.7
Sucumbíos	0.6
Orellana	0.7
Santo Domingo	0.7
Santa Elena	0.7

Fuente: INEC

Elaborado: Autora, 2021.

2.1.5. Recolección de residuos sólidos

A través de los años trasciende la importancia de la recolección de los residuos sólidos en las comunidades donde habitan grandes conglomerados de personas, el editor de la revista Reciclemos comenta sobre la historia de las grandes civilizaciones e ilustra la necesidad de aprovechar y reutilizar los materiales, los hallazgos se remontan alrededor de 400 años A.C. evidencias arqueológicas advierten sobre el origen del reciclaje, sin embargo, es conocido y adoptado en el mundo moderno desde el siglo XX, en especial después de la II Guerra Mundial (11).

2.1.6. Importancia del correcto manejo de los residuos sólidos

El mal manejo de los residuos además de causar impactos al ambiente, genera riesgos a la salud humana, siendo la causa fundamental de contraer enfermedades. Es por ello, que debido a un mal almacenamiento o disposición final de los residuos produce una contaminación visual y por ende la generación de vectores como moscos, cucarachas y roedora (tabla 3), los cuales transmiten enfermedades infecciosas (17).

Tabla 3. Vectores de enfermedades infecciosas.

Vector	Mosca	Cucaracha	Mosquito	Rata
Enfermedad	Cólera	Fiebre Tifoidea	Malaria	Peste Bubónica
	Disentería	Lepra	Dengue	Tifus Murino
	Salmonelosis	Gastroenteritis	Fiebre Amarilla	Rabia

Fuente: (17).

Elaborado por: Autora, 2021.

2.1.7. Código de colores

Para considerar un código de colores se debe conocer la clasificación general de los residuos sólidos, misma que se detalla a continuación en la tabla 4 (14):

Tabla 4. Clasificación por colores para el almacenamiento de residuos sólidos.

Tipo de residuos	Color de recipiente	Descripción del residuos a disponer
Reciclables	Azul	Material susceptible a ser reciclado, reutilizado. (vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros).
No reciclables, no peligrosos.	Negro	Todo residuo no reciclable.
Orgánicos	Verde	Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado.
Peligrosos	Rojo	Residuos con una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B
Especiales	Anaranjado	Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un manejo especial.

Fuente: (14).

Elaborado por: Autora, 2021.

2.1.7.1. Clasificación específica

Para la clasificación específica se dispone de un código de colores para el adecuado almacenamiento temporal de los residuos mismos que se define en la tabla 5 (14).

Tabla 5. Clasificación específica de los recipientes de residuos sólidos.

Tipo de residuo	Color de recipiente	Descripción
Orgánico / reciclables	 VERDE	Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros.
Desechos	 NEGRO	Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros. Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida.
Plástico / Envases multicapa	 AZUL	Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET. Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.

Fuente: (14).

Elaborado por: Autora, 2021.

2.1.8. Gestión de residuos

La gestión de residuos involucra las distintas operaciones que se realizan para darle una adecuada disposición a los residuos cubriendo las necesidades económicas y ambientales de acuerdo a las características que abarca los residuos sólidos direccionado a cada uno de los procesos a la normativa legal. Siendo importante conocer los métodos apropiados para llevar un enfoque post-consumo que vincule todas las características para una posible recuperación en los procesos encaminados a la separación por la composición y la cantidad de residuos generado (18).

2.1.8.1. Fases de la gestión de residuos solidos

La gestión propiamente dicha se puede dividir en cuatro fases diferenciadas: pre-recogida, recogida, transporte y tratamiento. La pre-recogida consiste en el debido almacenamiento, manipulación, clasificación y presentación de los residuos en condiciones adecuadas para su recogida y traslado. Esta fase es esencial para el correcto funcionamiento de las siguientes y por ello se ha mejorado y adaptado considerablemente en los últimos años con la instalación de contenedores y con campañas de sensibilización ciudadana. Las fases que más requieren inversión económica son la recogida y transporte por ende se debe de tener una planificación de cada uno de los procesos que se realizan (18).

El tratamiento incluye las operaciones encaminadas a la eliminación o al aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos. Los sistemas legales actualmente más utilizados son: el vertido controlado, la incineración, el reciclado y el compostaje. En España ha estado tradicionalmente muy extendida la práctica de eliminar ilegalmente los residuos arrojándolos a vertederos incontrolados o incinerándolos individualmente. Con el incremento de la generación de residuos, esta práctica se revela como insostenible y, necesariamente, la situación está cambiando (18).

2.1.8.2. Factores para la recolección de residuos sólidos urbanos

Es la organización de un proceso de recolección de residuos y transporte de los residuos sólidos urbanos domiciliarios, que deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Frecuencia y horario

- Rutas
- Características de los medios de transporte
- Carga y descarga
- Desinfección y mantenimiento
- Medidas de seguridad
- Capacitaciones y actualizaciones constantes del personal operativo (19).

2.1.9. Recolección de residuos sólidos en Latino-América

En Latino-América por lo general al momento de realizar la recolección solo se utilizan los recolectores compactadores, pero debido a que la mayoría de estos son importados, pueden causar grandes problemas de divisas (20).

2.1.9.1. Políticas a incrementar para optimizar el rendimiento de los recolectores

A continuación, se enumeran posibles medidas que permitan el rendimiento máximo de los equipos de recolección:

- Fomentar actividades comunales como el reciclaje de papel, cartón, metales, vidrios, los mismos que reducirán la cantidad de residuos a recoger.
- Adoptar métodos como el de recolección en aceras.
- Introducir el uso de contenedores en lugares específicos con el fin de acelerar el trabajo de carga.
- Diseñar rutas de recolección dividiendo la ciudad en sectores de manera que cada uno de estos asigne a cada equipo una cierta cantidad más apropiada de trabajo.
- Designar suficientes ayudantes a los vehículos recolectores con el fin de acelerar su recorrido.
- Aumentar el número de equipos en servicio, mediante el establecimiento de un servicio de mantenimiento preventivo.
- Introducir entre dos o tres turnos con el fin de aumentar las horas productivas del vehículo recolector (20).

2.1.9.2. Optimización de rutas

Optimización de rutas todas aquellas acciones que contribuyan a la mejora de la función de distribución, bien sea en términos de nivel de servicio, mejora de la calidad, reducción de costes, etc. Enfatizando que dentro del manejo de residuos sólidos la recolección puede ser uno de los servicios más costosos, esto si no se realiza de una manera adecuada, la optimización de rutas entre otros, puede ayudar a reducir en costos tanto en mano de obra como mantenimiento y consumo de combustible del vehículo (21).

La optimización de recolección de los residuos sólidos debe estar enfocado en realizar las siguientes actividades, a la selección de vehículos, diseño de rutas, uso de personal, nivel de cobertura frecuencia de recolección Tiempos requeridos para la recolección y el transporte de los residuos. Al optimizar los sistemas de recolección se tendrán en cuenta que se debe realizar el servicio de recolección con el menor costo posible, beneficiando a mayor cantidad de usuarios y proveer un servicio apropiado y eficiente (21).

2.1.10. Sistemas de información geográfica (SIG)

El SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato (22).

Según Peña señala que el sistema de información se usa para manipular, consultar, editar, visualizar generalmente para trabajar con información almacenada en una base de datos. Los sistemas de información geográfica utilizan la información geográfica (información espacial sobre qué y dónde o, lo que es lo mismo, base de datos de información georreferenciada) almacenada en un sistema de información para demostrar su efectividad, especialmente en la resolución de problemas espaciales, servir de soporte para la toma de decisiones y para ayudar a la planificación (23).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Análisis del sistema de recolección de residuos sólidos

Según la literatura revisada en cuanto a la masiva generación de residuos sólidos la humanidad genera residuos desde su existencia, pero actualmente se presentan una serie de problemas por esta generación y la necesidad de eliminar los residuos, la transición a las modernas sociedades de consumo ha llevado aparejado un incremento en la cantidad y variedad de los residuos, convirtiéndose en un problema latente de primera magnitud. Sin embargo, este problema exige la participación activa agentes públicos, económicos y sociales como también es importante la que los ciudadanos se involucren en procesos que ayuden de manera directa a los problemas ambientales que se presentan por la generación de residuos sólidos (24).

El problema de los RSU tiende a agravarse por los cambios que ha sufrido la humanidad tanto por el crecimiento de la población, como la expansión de las áreas urbanas a nivel mundial, pero también se debe a los hábitos de consumismo que se han modificado (status social) y otros factores que producen contaminación del ambiente con el consecuente deterioro de los recursos naturales (24). En cuanto a la recolección de residuos se conoce que los procesos de recolección, transferencia no cuenta con una planificación de rutas previas para manejar el sistema siendo evidente la escasa información de vías en buenos estados para circular, se desconoce los horarios de recogida y en ocasiones se necesita más vehículos para la recolección porque no se abastecen según a las necesidades (25).

2.2.3. Análisis de la gestión de residuos sólidos

Siendo un servicio indispensable para la población dadas sus repercusiones en la salud pública, pero a la vez es considerado un objeto de rechazo. En el caso de los rellenos sanitarios o de las unidades de transferencia, estos sitios son percibidos por la población como infraestructura poco aceptada (26). Una mala gestión de los residuos sólidos urbanos (GRSU) puede resultar en múltiples impactos negativos en la salud y el ambiente debido a la contaminación que se desprende del manejo de los grandes montos de RSU que generan las ciudades. La contaminación ocasionada el inadecuado servicio de disposición final de los residuos sólidos se pueden presentar problemas legales o violación a los derechos humanos siendo un problema latente las afectaciones a la salud que se presenten en ciertas zonas además de presentar

degradaciones ambientales en dichas zonas. Actualmente se reconocen los derechos a un medio ambiente sano y a la salud como parte de los derechos humanos fundamentales (27).

2.2.4. Análisis de los costos de operación del sistema de recolección de residuos sólidos.

De acuerdo a la literatura revisada indican la fase de recolección domiciliaria llega a representar entre el 70 y el 85 % de los costos totales de la gestión de los residuos sólidos, por lo que es un aspecto crítico dentro de la prestación del servicio. Dentro del proceso de recolección de residuos sólidos es importante la determinación de costos de operación un punto importante contemplado en la investigación se refiere al análisis de los costos de operación del sistema de recolección (salarios, combustibles, llantas, lubricantes, mantenimiento y reparación de vehículos) (28).

2.2.5. Análisis para la evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos.

En la literatura existen muchas referencias los expertos de hoy en día aprovechando el uso extensivo de las bases de datos y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), plantean nuevas soluciones al reto de diseñar rutas de recolección de residuos, ya que se ha visto que uno de los principales problemas recae en el mal diseño basado en la experiencia o juicio del proyectista; pues en la mayoría de los casos del contexto nacional, quien diseña las rutas de recolección es el jefe de limpia o los choferes de los vehículos recolectores, los cuales pueden sesgar el ruteo (6).

El diseño de rutas para la recolección de basura no es un problema fácil de resolver (VRP, Vehicle Routing Problem o bien CARP, Capacitated Arc Routing Problem), los algoritmos propuestos en la literatura no resuelven algunas veces de forma óptima la problemática, pero si más cercana a la ideal y de máxima eficiencia comparada con el método actualmente utilizado, que en muchos casos complementan el conocimiento y experiencia profesional con elementos cuantitativos. las primeras herramientas propuestas se han utilizado en planificaciones a corto y mediano plazo, pero los cambios de operatividad pueden tener un costo importante de implementación. (Financieros, políticos y sociales), por ello se debe considerar también el largo plazo, un replanteamiento de rutas y posibles centros de transferencias de los Residuos Sólidos Domiciliarios (29).

2.2.6. Optimización de ruta de recolección de residuos solidos

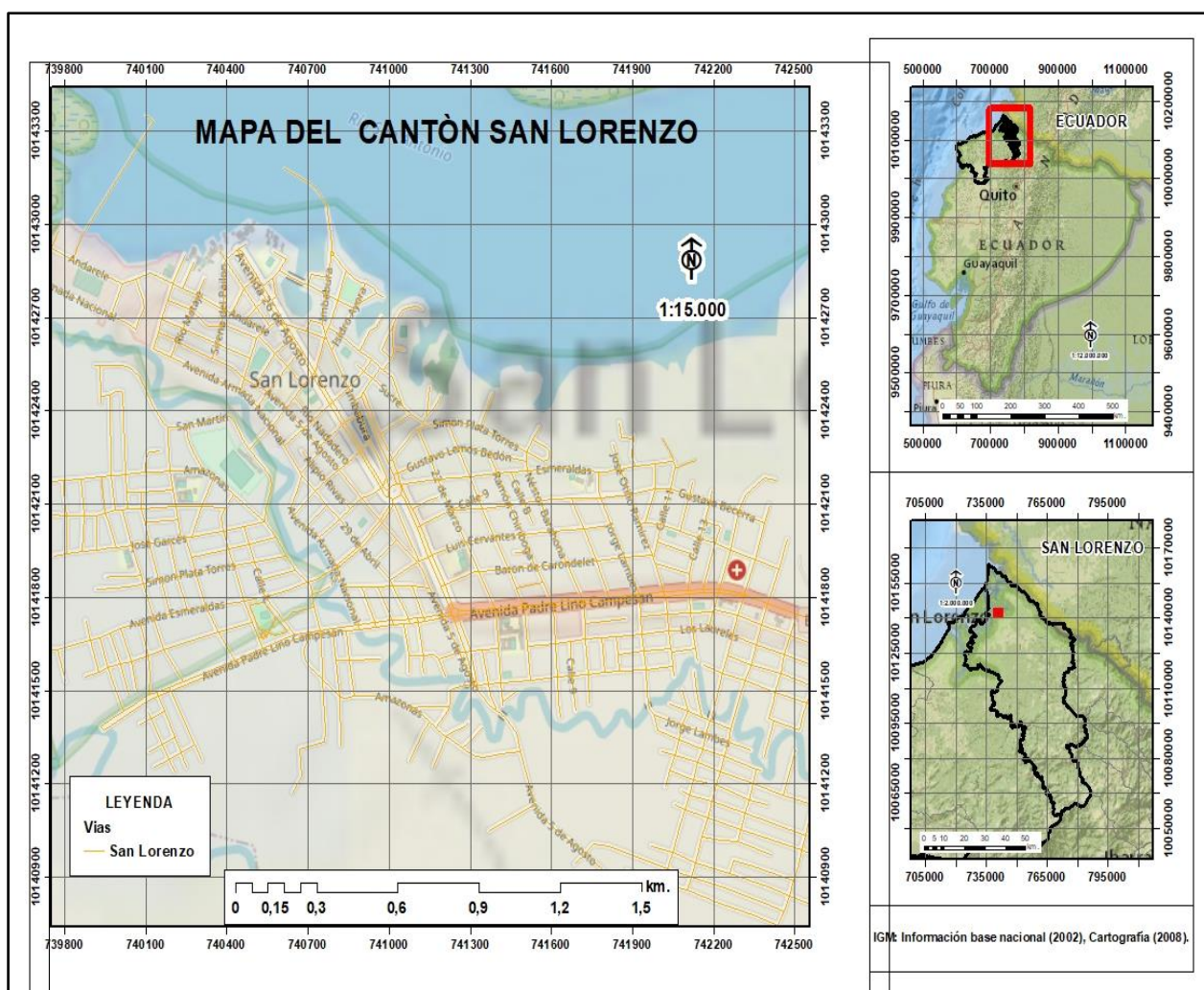
La motivación principal para la realización un proyecto basado en la optimización se fundamenta en el “Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte” el fomentar el uso de herramientas logísticas para optimización de procesos y operaciones, mediante el uso de técnicas y métodos que encuentren una solución adecuada a los problemas complejos como, por ejemplo, la asignación de vehículos a una ruta de transporte. Además, mediante la administración de un sistema de transporte eficiente y de bajo costo las organizaciones pueden obtener un aumento en la competitividad, en las economías de escala y una reducción los precios de los productos (30).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Localización.

El área de estudio se encuentra localizada en el cantón San Lorenzo del Pailón, se encuentra ubicado en la frontera norte de la Provincia de Esmeraldas, limita al norte con la República de Colombia, hacia el sur con el Cantón Eloy Alfaro, al este con la provincia de Carchi y hacia el oeste con el Océano Pacífico (ver mapa de ubicación en Ilustración 1). Se caracteriza por un clima lluvioso tropical y una temperatura promedio de 25° C, con una altitud de 12 msnm y con una precipitación promedio anual de 146 mm (31).

Ilustración 1. Ubicación del área de estudio.



Elaborado por: Autora, 2021.

3.2. Tipo de investigación

Los tipos de investigación que se utilizaron en el desarrollo de la investigación, fueron exploratoria, campo y descriptiva misma que se detallan a continuación:

3.2.1. Investigación Exploratoria

Mediante la investigación exploratoria se pudo conocer el incumplimiento por parte de la autoridades competentes del cantón y la insatisfacción de los habitantes por el servicio de recolección que se brinda ,se pudo evidencia la ausencia de estudios sobre las rutas de recolección de residuos en el cantón se considera un déficit de investigaciones sobre el tema existiendo escasos criterios de análisis, siendo de suma importancia para la zona de estudio cumplir con las condiciones idóneas para llegar a la población con mejoras en el servicio público.

3.2.2. Investigación de Campo

Este tipo de investigación permitió recopilar información mediante el recorrido in situ de los diferentes sectores del cantón, se pudo conocer las zonas o sectores por donde se realizan la recolección de residuos sólidos, el tiempo que se destina cada vehículo para realizar la recolección de igual forma los puntos estratégicos donde se encuentran ubicados los contenedores de almacenamiento temporal, además se pudo tomar puntos de coordenadas para el muestreo para obtener la producción per-cápita de los residuos que se generan en la zona urbana, con dichos puntos se consideró una ruta óptima para mejorar el servicio de recolección.

3.2.3. Investigación Descriptiva

Se utilizó este tipo de investigación puesto que se pretendió identificar y recoger información respecto a la situación actual sobre la recolección de residuos sólidos urbanos en el cantón, centrando la idea de mejorar la eficiencia del servicio en el cantón de San Lorenzo.

3.3. Métodos de investigación

La presente investigación utilizó los siguientes métodos, mismos que se describen a continuación:

3.3.1. Método Deductivo

Se recurrió a la aplicación de dicho método ya que la presente investigación amerita el análisis general sobre las condiciones actuales de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos, donde permitió evaluar de forma veraz las distintas variables que abordan el tema de estudio desde una perspectiva real, confiable y completa, con la finalidad de determinar estrategia de ruteo con fines de optimización para la recolección de los residuos para mejorar la eficiencia en el servicio.

3.3.2. Método de Observación

Mediante el método empírico se logró realizar un examen minucioso y objetivo de los procesos llevados a cabo para la recolección de los residuos sólidos, además fue necesario para determinar la situación actual y deducir la problemática presente en el proceso y alcanzar estrategias de eficiencias en la recolección.

3.3.3. Método de Síntesis

Este método fue necesario para reconstruir y analizar un todo de la situación sobre la gestión de los residuos sólidos, identificando los elementos que no facilitan una optimización del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos, considerando factores que influyan de manera positiva para el futuro y avances progresivos en el cantón.

3.4. Fuentes de recopilación de información

La información documentada se obtuvo mediante dos fuentes: primaria y secundaria.

3.4.1. Fuente primaria.

La recolección de muestras se realizó mediante los instrumentos de investigación como son formularios en Excel con la finalidad de realizar la caracterización de los residuos sólidos para el registro de los pesos de los residuos sólidos donde se utilizó una clasificación de residuos, esto

garantizó que la información obtenida sea real, confiable y permitió desarrollar con mayor eficacia el proyecto de investigación.

3.4.2. Fuente Secundaria

Los datos secundarios permitieron tener el punto de partida de la investigación, tienen la ventaja de ser menos costoso y de fácil consulta. La información fue obtenida a través de consulta en libros, tesis, artículos científicos, revistas científicas, documentos de sitios web y documentos normativos. Abarcando todos los temas relacionados a optimización de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos, y llegar a contrastar la información planteada por los distintos autores como parte del proyecto de investigación.

3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Diagnosticar la gestión actual de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.

Para llevar a cabo el diagnóstico se aplicó las siguientes técnicas de investigación: entrevistas, y observación directa considerando los siguientes criterios:

- Se realizó la entrevista al personal responsable de la unidad de gestión ambiental para conocer el proceso de la recolección de residuos sólidos en el cantón.
- Se realizó un recorrido en los vehículos que realizan la recolección de residuos sólidos para complementar la información brindada.

3.5.1.1. Entrevista

Se entrevistó al Lic. José Luis Castillo jefe de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del GAD municipal del cantón San Lorenzo y al coordinador de rutas de recolección de residuos sólidos el Señor Salomón Mairongo, para de esta manera conocer el manejo actual de los residuos sólidos. La entrevista se realizó en forma personal enfocadas en el mismo tema obteniendo un solo resultado (ver anexo 1).

3.5.1.2. Observación directa

Parte fundamental para complementar la información sobre la situación actual de la recolección de residuos sólidos urbanos fue necesario realizar un recorrido in situ durante 2 días en los

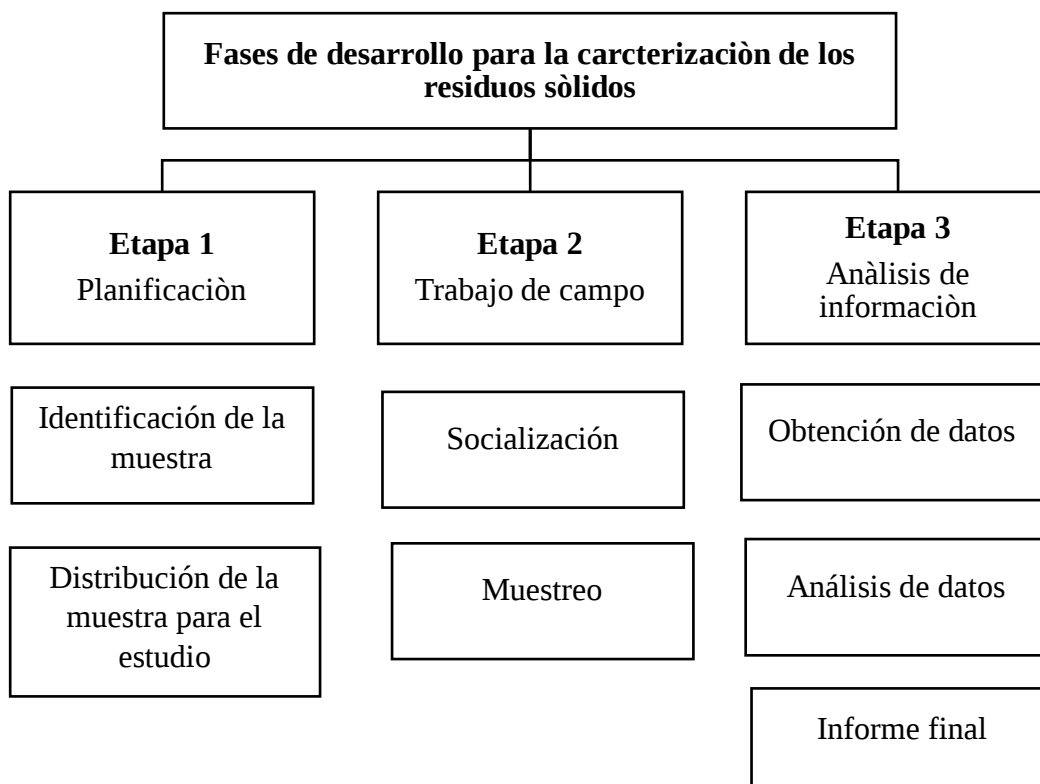
vehículos recolectores en varias de las zonas para verificar en el área de estudio el cumplimiento del proceso, además se realizó un cuestionario con fines de concluir mediante un análisis crítico la fase de almacenamiento temporal, recolección y transferencia de los residuos. Obteniendo información relevante para tener una percepción de manejo del servicio público que recibe la ciudadanía en el cantón (ver anexo 2).

3.5.2. Caracterizar los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.

Para el cumplimiento del objetivo en base a la caracterización de los residuos sólidos se aplicó una serie de actividades donde se dispuso conocer la producción per-cápita de residuos generados en el cantón San Lorenzo, este estudio ayudara para implementar futuros programas o planes direccionados al manejo correcto recolección de los residuos sólidos.

Se utilizó la metodología basada en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)”, propuesta por el programa nacional para la gestión integral de desechos sólidos (PNGIDS). Misma que se empleó para analizar los indicadores básicos de los residuos como la producción per-cápita y caracterización de los residuos. Se consideró varias fases fundamentales para el respectivo muestreo y el análisis de datos mismos que ayudan a la caracterización de los residuos sólidos tal como se indica en la siguiente ilustración 2.

Ilustración 2. Planificación del proceso de caracterización de los residuos sólidos.



Fuente: Guía para caracterización de residuos sólidos urbanos.

3.5.2.1. Etapa de Planificación

Se determinó los lugares estratégicamente para realizar la caracterización misma que se destinó la zona céntrica del cantón y varios barrios de manera aleatoria, por lo tanto, se realizó una ficha para conocer la información general de los habitantes del cantón. Además, se organizaron las fundas de tres colores diferenciados para la respectiva clasificación de los residuos entre ellos los residuos orgánicos, residuos plásticos y residuos ordinarios. Luego se coordinó la fecha para realizar la socialización con la población del cantón, coordinando el horario para el pesaje que se realizó en horas de la tarde desde el lunes 08 de febrero hasta el sábado 13 de febrero del 2021. Para realizar el pesaje se utilizó una balanza de 5 kg por lo tanto se llevó un registro del peso diario de los residuos clasificados en los hogares y zonas comerciales del cantón.

3.5.2.2. Identificación de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se tomaron datos de la población urbana del cantón San Lorenzo. La información se obtuvo del último censo del INEC (Instituto Nacional de estadísticas y Censo) del 2010 existe una población de 42,486 habitantes y 11.586 viviendas en la zona del casco urbano.

3.5.2.2.3. Tamaño de la Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra fue importante considerar los datos que facilitó el GAD municipal sobre el número de predios urbanos existente en el cantón. Para el cálculo del muestreo dentro del estudio se establece que la muestra es igual al universo, por lo tanto, se utilizó la fórmula del muestreo probabilístico (ver ecuación 1).

$$n = \frac{U_0 * P * Q * Z^2}{(U_0 - 1)e^2 + PQZ^2}$$

Ecuación 1. Método estadístico para el número de la muestra.

Donde:

n = número de predios / usuarios a muestrear

U_0 = total de viviendas/ usuarios del área del estudio

P = Probabilidad de aceptación (50%)

Q = Probabilidad de rechazo (50%)

e = Margen de error 5% = 0,05

Z = nivel de confianza (95%)= 1,96

A partir de la siguiente ecuación se realiza el cálculo respectivo para obtener el número de muestras:

$$n = \frac{(11.586)(0,5)(0,5)}{\frac{(11.586 - 1)(0,05)^2}{(1,96)^2} + (0,5)(0,5)}$$

$$n = \frac{2896,5}{\frac{(11585)(0,0025)}{3,8416} + (0,25)}$$

$$n = 371,86$$

$$n = 372 \text{ muestras}$$

Con un total de 11.586 de predios urbanos, se obtuvo una muestra de 372 a tomar para la presente investigación, durante un periodo de seis días.

3.5.2.2.4. Distribución de las muestras en la zona de estudios

Considerando el número de predios se obtuvo el total de 372 de muestras que representan, se procedió a la distribución de fundas plásticas que permitieron una clasificación de los residuos sólidos, considerando una distribución aleatoria cubriendo el 100% de la zonas domiciliarias y comerciales. Se determinó los puntos de muestreos donde se tomó las respectivas coordenadas por vivienda que se tomaron para la respectiva caracterización de los residuos solidos en el área de estudio.

3.5.2.3. Etapa de trabajo de campo

Esta etapa contempla dos fases: Tanto la socialización del estudio, como la respectiva recolección de las 372 muestras.

3.5.2.3.1. Socialización del estudio

Para la socialización del proyecto de investigación se consideró 372 predios mismos que fueron seleccionados de manera aleatoria, dando a conocer a la ciudadanía sobre el tema y el propósito del estudio. Se realizó la entrega de tres fundas plásticas diarias según la clasificación de residuos que se consideró, el pesaje se lo realizo por un periodo de seis días consecutivos y diariamente en el horario de 16:00 pm.

3.5.2.3.2. Muestreo

Para el pesaje de las muestras puerta a puerta se fijó una ruta de manera aleatoria la misma que contribuyo el tiempo de recolección de las muestras. Para el pesaje y registro de los datos se consideró la respectiva clasificación especifica por colores donde se distribuyó de la siguiente manera: residuos orgánicos (funda verde), residuos inorgánicos ordinarios (Funda amarilla) y residuos plasticos (Funda azul) y se realizó el registro en varios formularios específicos por los días estipulados.

3.5.2.3.3. Producción Per-Cápita (PPC)

Para el cálculo de este parámetro se consideró el número de habitantes por vivienda de cada una de las 372 muestras seleccionadas, peso diario de los residuos sólidos y días en los que se realizó el muestreo.

Cabe indicar que de acuerdo a la “Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)”, recomienda descartar el primer día de muestreo debido a que en la mayoría de viviendas seleccionados no brindan muestras representativas de generación de residuos sólidos ya sea por confusiones o equivocaciones en la colocación de los residuos en las respectivas fundas.

El PPC, nos representa la cantidad de basura que se genera por día y por cada tipo de generador, mismo que se calcula de acuerdo a la siguiente (ecuación 2):

$$PPC = \frac{Wt}{Nt}$$

Ecuación 2. Cálculo del PPC.

Fuente: CEPIS, 2019.

En donde:

PPC= Producción *Per-Cápita*

Wt= Peso diario de los residuos (Kg x día)

Nt= número de habitantes por vivienda (hab)

3.5.2.4. Proponer una ruta eficiente para la recolección de los residuos sólidos urbanos del cantón.

Para el cumplimiento del objetivo planteado se presenta la propuesta basada en un nuevo diseño de rutas de recolección de residuos sólidos con la finalidad de crear la ruta optimizada usando el programa de ArcGIS. Se utilizó la herramienta Network Analyst para establecer la ruta de recolección de residuos a partir de los siguientes pasos lógicos que involucran todo proceso de diseño y elaboración de una red de transporte:

- Abrir “ArcCatalog” seleccionar el “Feature dataset” con el nombre de “RUTA_OPTIMA” dar click derecho “New > Network Dataset”
- A continuación, se presentan dos ventanas: la primera nos indica el “Feature Class” con el nombre de “VIAS” del cual se extraerán todos los atributos para el diseño de la red, mientras que, en la segunda ventana nos presenta la conectividad “Connectivity” esta se establece por defecto “End Points”, sobre el cual se unen en función de los puntos finales.
- A partir de la barra de herramientas se activa la casilla de “Network Analyst”, dentro de ella se cuenta con siete opciones para mejorar sistemas de rutas y ejes viales.
Al desplegar la opción “Network Analyst”, existen seis opciones dentro de la versión 10.5 de ArcGis, siendo la primera opción “New Route” la empleada para obtener la nueva ruta de recolección de residuos sólidos puesto que, esta opción nos permite encontrar la ruta más apropiada entre dos puntos o un conjunto de ellos.
- A partir de “Stop” se carga las paradas o puntos por los cuales es necesario que en este caso el carro recolector tiene que realizar su paso, el levantamiento de los puntos se realiza por medio del GPS para obtener así una geolocalización más precisa.
- Una vez cargados los puntos del levantamiento, por medio de la opción “Solve” se obtiene el mapa como resultado final, el mismo que nos indica la optimización en tiempo y espacio de recorrido del carro recolector para la ruta general.

La propuesta incluye establecer horarios fijos de recolección además de la implementación de contenedores de clasificación de residuos en puntos estratégicos, se debe considerar los recursos necesarios con la finalidad de garantizar que toda la población cuente con el servicio y mejorar la eficiencia en la recolección planteando nuevas soluciones para el diseño de las rutas de recolección de residuos mediante un plan con fines de solucionar los problemas en cuanto a recolección de los RSU en el cantón.

Estos procesos involucran un manejo del Sistema de Información Geográfico y el análisis de rutas, se detalla a continuación en la tabla 6:

Tabla 6. Procesos realizados en la herramienta Network Analyst

Procesos realizados en la herramienta Network Analyst	
Elaboración de Capas	• Digitalización de vías. Georreferenciación. • Inclusión de atributos de las vías.
DATASET	• Elaboración del Netwok Dataset. • Configuración de parámetros, funciones de evaluación y restricciones
Puntos de control	• Localizar Puntos de control. • Ejecutar el trazado de la ruta.
Analisis	• Evaluación ruta actual y ruta trazada por Network Analyst. • Comparación de mediciones • Conclusiones

Fuente: (32).

Elaborado por: Autora,2021.

- Gestionar la unidad de gestión de residuos sólidos.
- Establecimiento de horarios fijos
- Implementación de contenedores de clasificación de residuos.

3.6. Instrumentos de investigación.

En la ejecución de la investigación se utilizaron diversas herramientas para la obtención de información relevante que permitió el logro de los objetivos establecidos entre ellos se mencionan los siguientes:

La observación directa fue el instrumento de investigación principal ya que mediante el recorrido que se realizó en los vehículos de la recolección de residuos se pudo notar que existen zonas a las cuales no acceden el servicio público de recolección obteniendo la información relevante de gran interese social.

Además, se aplicó una entrevista formal al director de la unidad de gestión ambiental y al coordinador de rutas de recolección, mismo que permitió obtener información sobre el proceso y la gestión de los residuos sólidos que manejan en el cantón San Lorenzo.

3.7. Tratamiento de los datos.

Para el tratamiento de los datos obtenidos se utilizó herramientas estadísticas para interpretar los resultados se utilizó los siguientes programas:

- ✓ **ArcGis:** Elaboración de mapas, ubicación de los puntos de muestreo y modelamiento de las vías o redes viales utilizando la extensión Network Analyst misma que permitió generar un dataset de red que permitió encontrar rutas de menor tiempo.
- ✓ **Excel:** Elaboración de tablas de datos y gráficos para representar la producción per-cápita.
- ✓ **SPSS:** Análisis estadístico de los datos.

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos

- Grupo de participantes en la recolección de residuos sólidos.
- Grupo técnico de la unidad de gestión ambiental.

3.8.2. Materiales

Para el desarrollo de la investigación se utilizó materias de oficina, software y equipos de protección que se detallan a continuación:

Materiales de oficina

- Libreta de apuntes
- Pendrive
- Hojas A4
- Laptop

Software

- ArcGis 10.5

- Excel
- SPSS
- GPS móvil “ GeoPosición”

3.8.3. Materiales y equipo de protección

Para el estimar la cantidad de residuos que se generan en el cantón implica cuantificar los residuos sólidos, a continuación, se detalla los materiales y equipos de protección personal que se utilizó en el proceso mismos que se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. Material y equipo de protección.

Material	Equipo de protección
Fundas	Mascarillas
Balanza	Guantes
Stickers	

Elaborado por: Autora,2021.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados obtenidos de acuerdo a cada objetivo planteado para el desarrollo de la presente investigación:

4.1. Diagnosticar la gestión actual de los residuos sólidos urbanos generados en el cantón.

4.1.1. Situación actual.

En la actualidad el sistema de recolección de residuos sólidos empleado por el cantón San Lorenzo se encuentra sujeta a la constitución de la república del Ecuador, artículo 264 en su literal 4 donde se cita “Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley”. Además, también se basa en el código orgánico del ambiente bajo los artículos 224 y 225. Es importante tener en cuenta que el único tratamiento que reciben los residuos sólidos es la compactación y cubrimiento con arcilla en el relleno sanitario.

En las entrevistas realizadas al director de la unidad de gestión ambiental Lic. José Luis Castillo y al señor Salomón Mairongo coordinador de la recolección de los residuos sólidos se pudo conocer la situación actual de la recolección de los residuos sólidos. El GAD municipal del cantón San Lorenzo a través de la unidad de gestión ambiental son los encargados de la recolección de residuos sólidos del cantón, tiene a su disposición 12 trabajadores que realizan las actividades de recolección.

Recolección y transporte: Los horarios que se realiza la recolección son los siguientes 08:00 am – 14:00 pm, con un tiempo de duración de 30 minutos a 1 hora por barrio según la cantidad de residuos que existan en cada sector. se detalla los horarios y frecuencia de recolección cabe destacar que el día miércoles se destina para la recolección de los residuos hospitalarios ver tabla 8.

Tabla 8. Recolección de residuos sólidos en el cantón San Lorenzo (Días, frecuencia y horarios).

Días	Frecuencia	Horarios
Lunes	1/7	08:00 am – 14:00 pm
Martes	1/7	08:00 am – 14:00 pm
Miércoles	1/7	08:00 am – 14:00 pm
Jueves	1/7	08:00 am – 14:00 pm
Viernes	1/7	08:00 am – 14:00 pm
Sábado	1/7	08:00 am – 14:00 pm
Domingo	1/7	08:00 am – 14:00 pm

Fuente: GAD Municipal San Lorenzo.

Elaborado por: Autora, 2021.

Actualmente se cuenta con 4 vehículos que se encargan de realizar la recolección de residuos misma que se detalla en la (tabla 9). Se indica las principales características de dichos vehículos que realizan la recolección en el cantón San Lorenzo, pero en ocasiones deben solicitar la ayuda de otras volquetas para poder abastecer la recolección y brindar el servicio a la población es importante recalcar que la cuadrilla de recolección de residuos sólidos se encuentra integrada por 3 integrantes, donde 2 son encargados de la recolección y el chofer. Cabe señalar que en la zona urbana a diario se recogen 35 ton de residuos sólidos.

Tabla 9. Características de los vehículos recolectores de residuos sólidos.

Cantidad	Modelo	Capacidad	Volumen de la caja de recolección
1	Volqueta 2735 (FM2PL7D-SG3)	19410 Kg	8 m3
3	Compactador 4x2	9190 Kg	8 m3

Fuente: GAD Municipal San Lorenzo.

Elaborado por: Autora,2021.

En la unidad de gestión ambiental en la administración actual que inicio desde el 2019 se interesaron a poner contenedores en varios puntos de los barrios existen 20 contenedores dispersos en el cantón. Pero al momento de realizar los recorridos se pudo identificar la falta de cobertura de recolección de residuos en distintos barrios siendo evidente aglomeración de residuos en las vías públicas. Según Castillo manifestó que en el cantón se recolectan 35 toneladas diarias de residuos sólidos en el cual se refleja el 75% de eficiencia en la recolección dentro del área de estudio mientras que en la zona rural existe un promedio de residuos recogidos de 7 toneladas diarias.

4.1.2. Zonas del recorrido actual.

Con la información facilitada por la unidad de gestión ambiental del GAD Municipal del cantón se pudo conocer las rutas de recolección de residuos sólidos por zonas, siendo importante mencionar que el GAD no cuenta con un mapa de la ruta de recolección de residuos sólidos donde se tuvo que realizar el mapa a partir de la información brindada. A continuación, se detalla las zonas de recolección tal como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Zonas del cantón San Lorenzo.

Zonas destinadas para el sistema de recolección en el cantón San Lorenzo.		
Zonas 1	Zona 2	Zona 3
Barrios	Barrios	Av. Principal
Las Mercedes	Zona franca	Av. Camilo Ponce
Magdalena	Las Carmen	Av. Imbabura
San José	Las Marías	Av. Carchi
La siate	Brisa del mar	Av. Esmeraldas
Santa Rosa	San Martín	Av. 26 de agosto
9 de octubre	3 de julio	Av. 10 de agosto
Palestina	Bahía del pailón	Av. Eloy Alfaro
El pedregal	Kennedy	Av. 24 de mayo
Nueva esperanza	El Edén	Av. 27 de noviembre
Las delicias	Miduvi	Nuevos horizontes
12 de octubre	Las Carlotas	Barrio 26 de agosto
Nuevo san Lorenzo	12 de octubre	

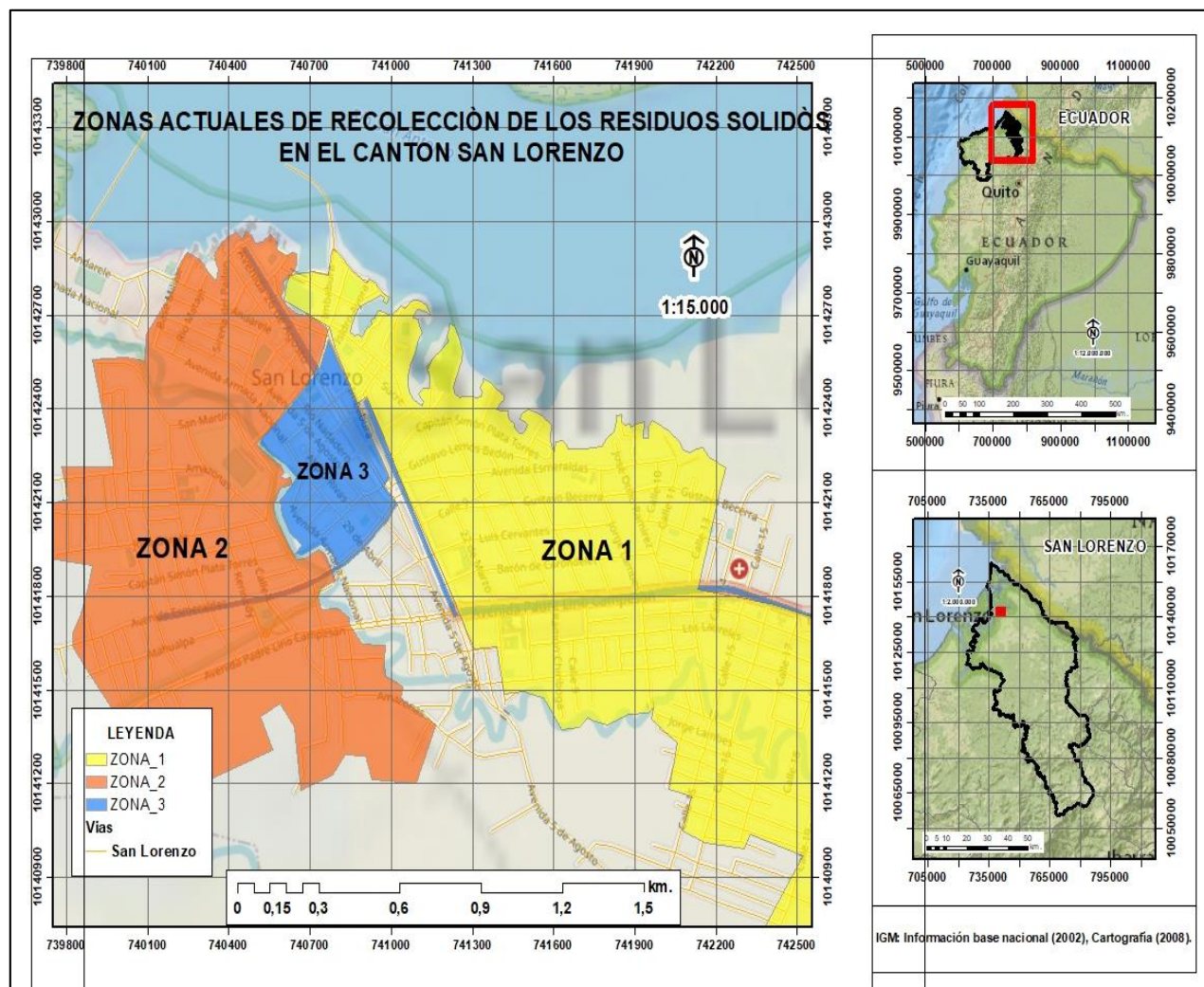
Fuente: GAD Municipal San Lorenzo.

Elaborado por: Autora,2021.

4.1.3. Mapa de zonas del recorrido actual

Se elaboró el mapa de zonas de recolección de residuos sólidos del cantón San Lorenzo, con la información brindada se pudo conocer las zonas de recolección de los residuos sólidos sin poder tener acceso a las vías concretas de circulación del carro recolector, pero teniendo las zonas específicas de circulación y recolección que realizan diariamente ver ilustración 3.

Ilustración 3. Mapa de zonas de recolección actual en el cantón San Lorenzo.



Elaborado por: Autora, 2021.

generación de residuos el día 5 (viernes) con una producción per-cápita de 0,39 kg/hab/día y el día 6 (sábado) de menor producción con un valor de 0,36 kg/hab/día. Teniendo un promedio de generación diario de 3.028,05 kg.

Tabla 11. Residuos Orgánicos generados diariamente en el cantón San Lorenzo.

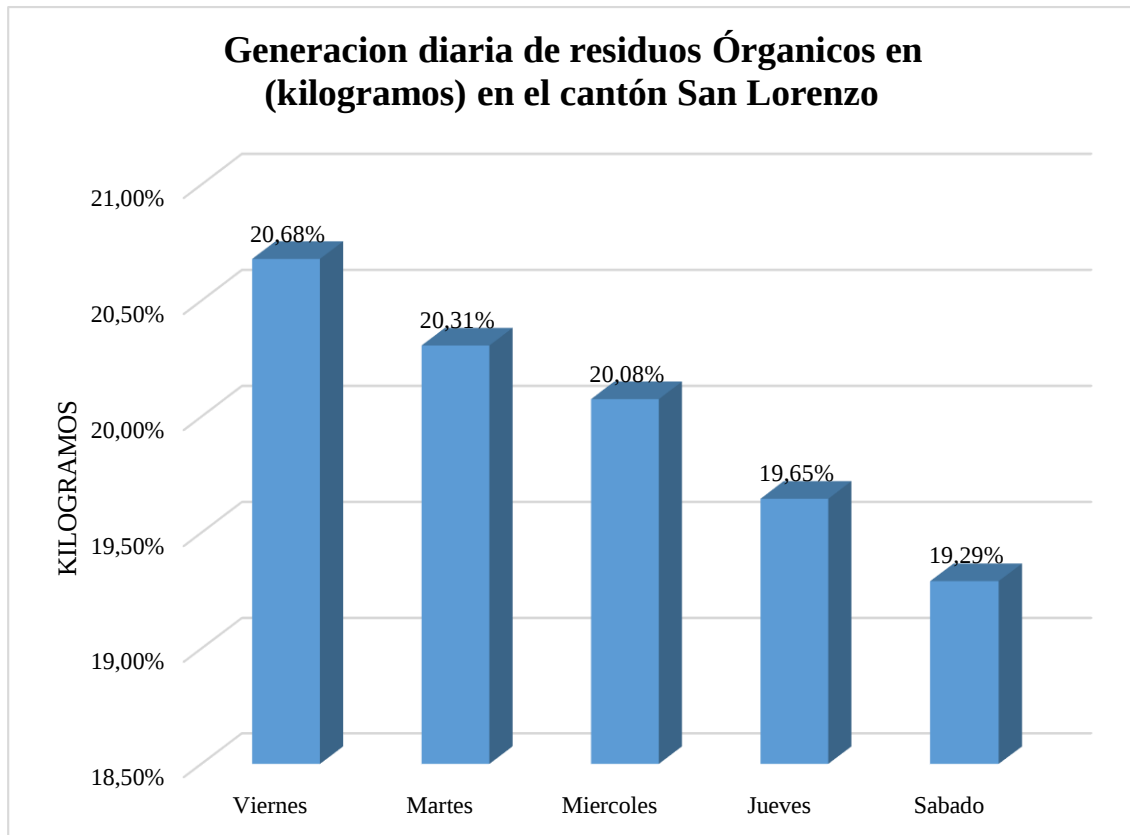
Días de muestreo	Total de Muestra	Peso del Residuos		Habitantes muestreados	Producción per cápita	Clasificación (*)
Viernes	372,00	626,20 kg	20,68%	1.604,00	0,39 kg/hab/día	a
Martes	372,00	614,90 kg	20,31%	1.604,00	0,38 kg/hab/día	a
Miércoles	372,00	607,90 kg	20,08%	1.604,00	0,38 kg/hab/día	a
Jueves	372,00	594,90 kg	19,65%	1.604,00	0,37 kg/hab/día	a
Sábado	372,00	584,15 kg	19,29%	1.604,00	0,36 kg/hab/día	a
	Σ 1.860,00	Σ 3.028,05 kg	Σ 100,00%	Σ 8.020,00	$\bar{x}$ 0,38 kg/hab/día	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

(*)= Significativo

(NS)= No Significativo

Gráfico 1. Porcentajes de generación diaria de residuos Orgánicos.



Elaborado por: Autora,2021.

Según como indica la tabla 12, aplicando el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un intervalo de confianza 95%, se identificó que estadísticamente que no existe variación significativa en las medias sobre los residuos plásticos teniendo el mayor promedio de generación de residuos el día 2 (martes) con una producción per-cápita de 0,08 kg/hab/día y el día 6 (sábado) de menor producción con un valor de 0,07 kg/hab/día. Teniendo un promedio de generación diario de 623,50 kg.

Tabla 12. Residuos Plásticos generados diariamente en el cantón San Lorenzo.

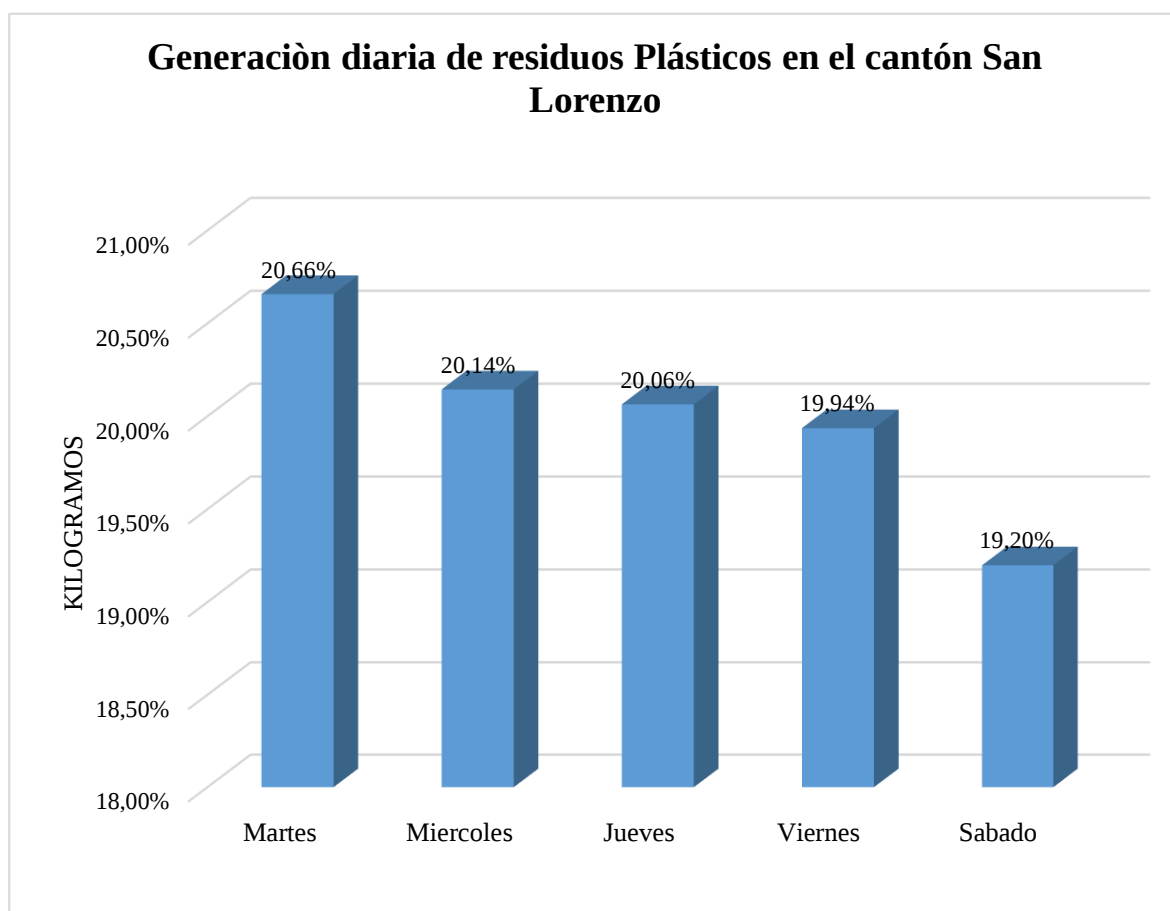
Días de muestreo	Total de Muestra	Peso del Residuos		Habitantes muestreados	Producción per cápita	Clasificación
Martes	372,00	128,80 kg	20,66%	1.604,00	0,08 kg/hab/día	a
Miércoles	372,00	125,60 kg	20,14%	1.604,00	0,08 kg/hab/día	a
Jueves	372,00	125,10 kg	20,06%	1.604,00	0,08 kg/hab/día	a
Viernes	372,00	124,30 kg	19,94%	1.604,00	0,08 kg/hab/día	a
Sábado	372,00	119,70 kg	19,20%	1.604,00	0,07 kg/hab/día	a
Σ 1.860,00		Σ 623,50 kg	Σ 100,00%	Σ 8.020,00	̄x 0,08 kg/hab/día	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

(*) = Significativo

(NS)= No Significativo

Gráfico 2. Porcentajes de generación diaria de residuos plásticos.



Fuente: Elaboración propia

En función de los datos que se detallan en la tabla 13, aplicando el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un intervalo de confianza 95%, se identificó que estadísticamente que no existe variación significativa en las medias sobre los residuos ordinarios teniendo el mayor promedio de generación de residuos el día 5 (viernes) con una producción per-cápita de 0,15 kg/hab/día y el día 4 (jueves) de menor producción con un valor de 0,14 kg/hab/día. Dando un promedio de generación diario 1.186,42 kg.

Tabla 13. Residuos Ordinarios generados diariamente en el cantón San Lorenzo.

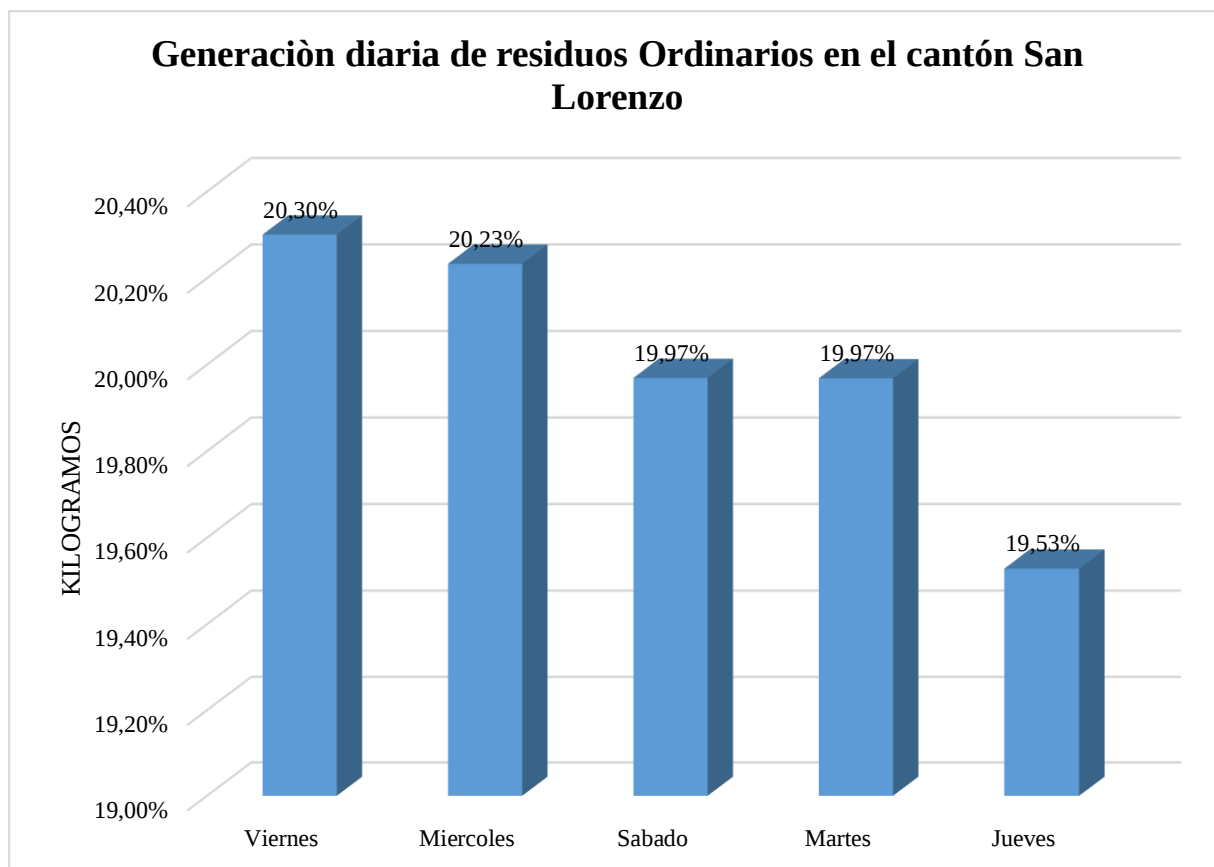
Días de muestreo	Total de Muestra	Peso del Residuos		Habitantes muestreados	Producción per cápita	Clasificación
Viernes	372,00	240,85 kg	20,30%	1.604,00	0,15 kg/hab/día	a
Miércoles	372,00	240,05 kg	20,23%	1.604,00	0,15 kg/hab/día	a
Sábado	372,00	236,92 kg	19,97%	1.604,00	0,15 kg/hab/día	a
Martes	372,00	236,91 kg	19,97%	1.604,00	0,15 kg/hab/día	a
Jueves	372,00	231,69 kg	19,53%	1.604,00	0,14 kg/hab/día	a
	Σ 1.860,00	Σ 1.186,42 kg	Σ 100,00%	Σ 8.020,00	$\bar{x}$ 0,15 kg/hab/día	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

(*) = Significativo

(NS)= No Significativo

Gráfico 3. Porcentajes de generación diaria de residuos ordinarios.



Fuente: Elaboración propia.

A través de los datos obtenidos aplicando el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un intervalo de confianza 95%, se identificó que estadísticamente existe variabilidad significativa ya que existe una producción de residuos orgánicos con un peso representativo de 62,59 %, de la misma manera se obtuvo que los residuos plásticos representan un porcentaje de 12,89% obteniendo un promedio de 0,60 kg/hab/día.

Tabla 14.Resumen de la producción de residuos sólidos en el cantón.

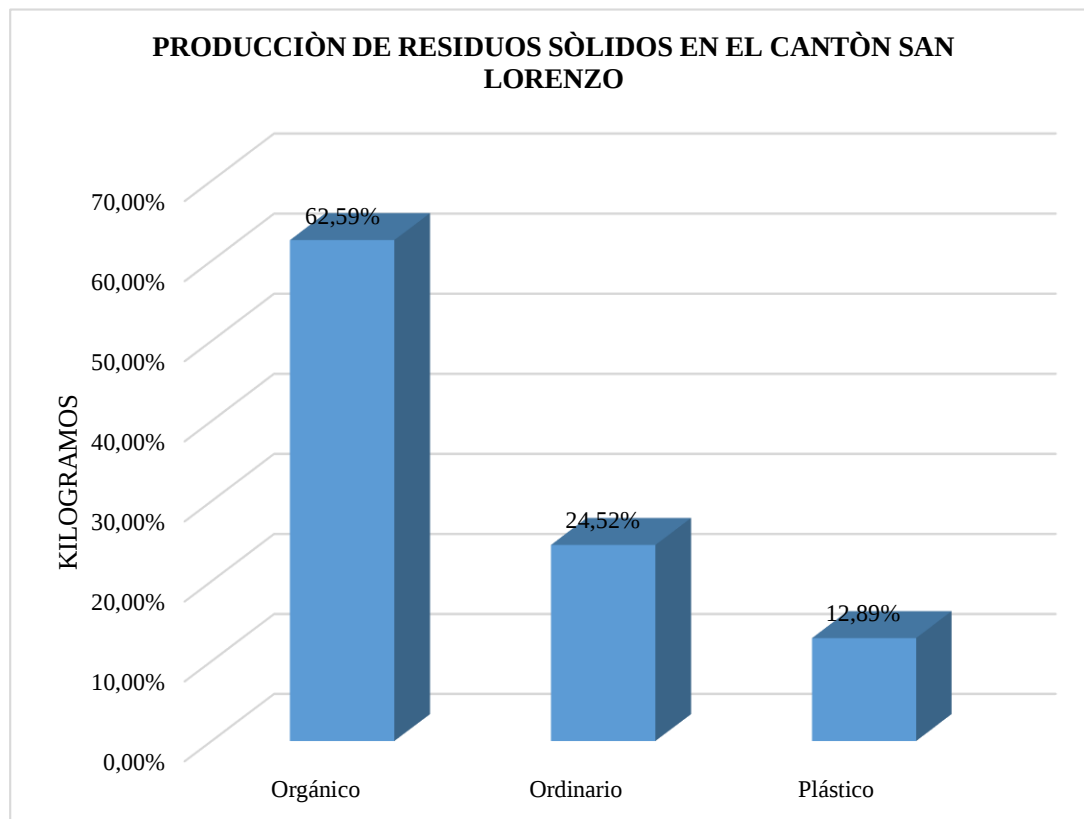
Días de muestreo	Total de Muestra	Peso de Residuos		Clasificación
Orgánico	1.860,00	0,38 kg/hab/día	62,59%	a
Ordinario	1.860,00	0,15 kg/hab/día	24,52%	b
Plástico	1.860,00	0,08 kg/hab/día	12,89%	c
		Σ 0,60 kg/hab/día	Σ 100,00%	Significativo

Fuente: Elaboración propia.

(*) = Significativo

(NS)= No Significativo

Gráfico 4. Porcentajes de generación diaria de residuos ordinarios.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.1. Producción per-cápita

Con el valor de la caracterización, el número de viviendas, el promedio de habitantes por vivienda, se realizó los cálculos respectivos para obtener la producción per-cápita esta caracterización fue considerada a partir de la clasificación de los residuos obteniendo que la producción de residuos orgánicos se encuentra alrededor de 0,38 kg/hab/día, y los residuos plásticos en valores considerable se encuentran en 0,08 kg/ha*día, y por último los residuos inorgánicos o residuos ordinarios se encuentran en 0,15 kg/ha*día.

Obteniendo la tasa de producción per-cápita de generación general representando el 0,60 kg de residuos sólidos que produce un habitante por día dentro del cantón San Lorenzo por ello se debe conocer los establecido donde estipula lo siguiente. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) informa que cada habitante del Ecuador produce en promedio alrededor de 0,58 kilogramos de residuos sólidos, en el área urbana, según la Estadística de

Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, correspondiente al año 2016 valor que crece anualmente 0.05 (33).

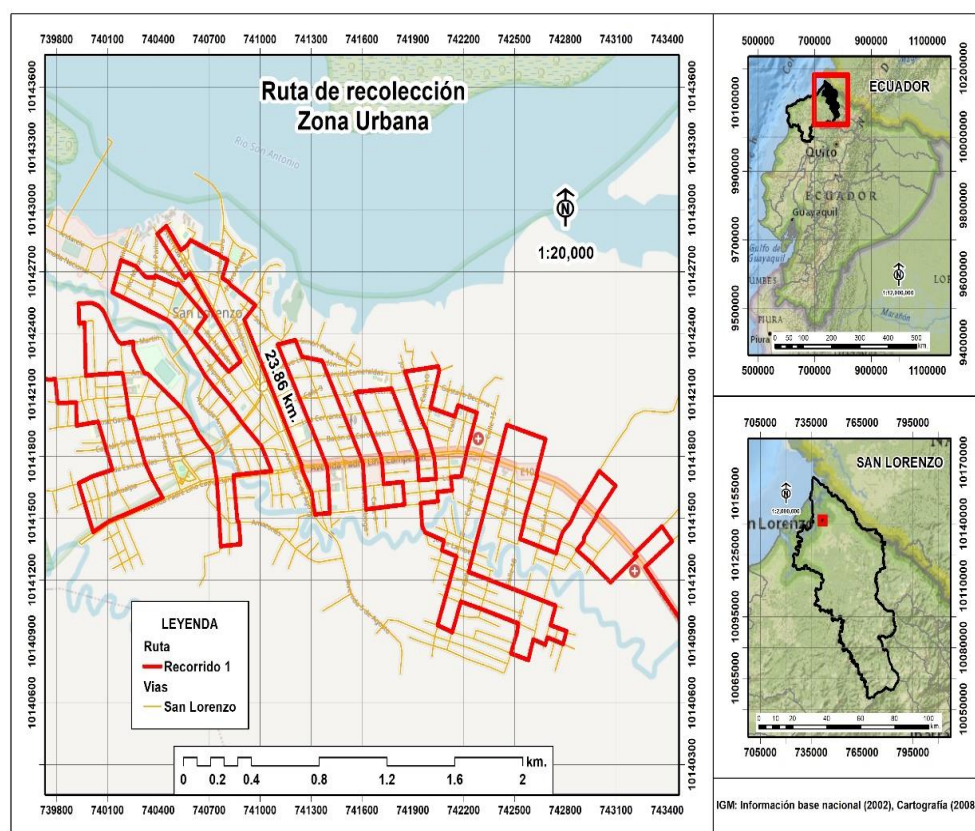
4.2.3. Proponer una ruta eficiente para la recolección de los residuos sólidos urbanos del cantón.

4.2.3.1 Rediseño de la ruta propuesta

El mapa que se presenta a continuación propone una ruta eficiente para la recolección de los residuos sólidos urbanos del cantón. La distancia total recorrida es de 23.86 km considerando menos tiempo en la recolección de residuos sólidos, además se cubren mayor cobertura en el cantón siendo mayor número de calles cubiertas por el servicio ver ilustración 5.

Por las rutas optimizadas se recomienda colocar contenedores (de preferencia clasificadores), a una distanciados a 200 metros, en puntos estratégicos en cada uno de los sectores donde serán necesario aproximadamente 120 contenedores.

Ilustración 5. Mapa de la ruta propuesta para la recolección de residuos del cantón San Lorenzo.



Elaborado por: Autora, 2021.

4.3. Generar la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos (UGRS)

Generar la “Unidad de Gestión de Residuos Sólidos” (UGRS), acorde con las políticas y estrategias definidas en la normatividad vigente, con el fin último de ayudar a la conservación del ambiente y de mejorar las condiciones y la calidad de vida de la en el cantón San Lorenzo con la finalidad de que la unidad suministre: equipos de protección personal (EPP), materiales y herramientas empleadas en la recolección y barrido de las calles (escobas, recogedores, fundas, bombas para fumigar, entre otras), de la misma forma destinar un área específica para que el personal que labora puede realizar su aseo personal luego de haber culminado su jornada laboral.

A su vez, se recomienda llevar el control de salud de los trabajadores (cuadrilla) en cuanto concierne a: peso, talla, control de enfermedades, vacunas, equipos de esterilización y desinfección en caso de cortes, entre otros.

4.3.1. Establecimiento de horarios fijos de recolección

Crear horarios fijos de recolección, con el fin de que los ciudadanos del canto San Lorenzo conozcan y sepan la hora por el cual el vehículo recolector pasa por sus sectores y no cometan el error de sacar sus residuos en horarios no establecidos. Y como consecuencia evitar la dispersión de los residuos en las vías públicas por el desmantelamiento de las fundas por parte de perros y a la vez el arrastre de los mismos por causa del viento, causando mal aspecto y la generación de vectores como: roedores y moscos.

A continuación, se presenta el horario propuesto para la recolección y recorrido de la misma manera se detalla la frecuencia que deben circular dentro de la semana en la zona urbana del cantón ver tabla 15.

Tabla 15. Zonas, horarios y frecuencia de recolección propuestos.

Recorridos	Frecuencia	Días de recolección						
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Zona 1	3/7	7:00 am - 15:00 pm		7:00 am - 15:00 pm		7:00 am - 15:00 pm		
Zona 2	3/7		07:00 am - 16:00 pm		07:00 am - 16:00 pm		07:00 am - 16:00 pm	Destinado para la recolección de los desechos hospitalarios
Zona 3	3/7	7:00am - 15:00pm		7:00am - 15:00pm		7:00am - 15:00pm		

Fuente: Elaboración propia.

(*): Se realizarán los viajes que sean necesarios, toda vez que se cumpla con la capacidad del vehículo recolector.

4.3.2. Implementación de contenedores de clasificación de residuos.

Para implementar los contenedores en cada uno de los barrios en base a los criterios se debe considerar en esta fase de prerrecogida definir los tipos de contenedores que se desea disponer considerando la capacidad y contando con los espacios idóneos, y a una distancia considerada de 200 metros considerando la distancia de las manzanas del cantón, como la frecuencia de recogida.

Considerando las tres zonas específicas de distribución se destinara un número considerado de contenedores para la zona 1 se pretende destinar 75 contenedores debido a su extensión del área y las manzanas del área, a diferencia de la zona 2 se consideraría un numero de 95 contenedores clasificadores por ser el área más extensa de la zona de estudio, y para la zona tres que se conforma de avenidas principales se destinaria 30 contenedores además de establecer el tiempo de recolección para cada uno de los contenedores dispuestos para el almacenamiento temporal de los residuos.

Para realizar el análisis de las rutas de recolección actuales y las propuestas se toma en cuenta los siguientes aspectos: distancia recorrida en cada una de las rutas, el tiempo empleado en la recolección misma que se detalla en la tabla 16.

Tabla 16. Distancia y número de contenedores clasificadores.

Recorridos Por zonas	N° de contenedores	Tiempo de recolección por contenedor (min)	Velocidad promedio del recolector de residuos sólidos (km/h)	Distancia total por contenedor (m)
Zona 1	75	10	30	20
Zona 2	95	10	30	
Zona 3	30	7	20	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Capacitación

Para la implementación de la alternativa propuesta se requiere una capacitación adecuada considerando la importancia del reciclaje, el proceso de selección y la recolección del manejo de los residuos sólidos, así como la oportunidad de generar recursos a través de ellos.

4.4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través del presente estudio son comparables con otros estudios realizados donde. De acuerdo al diagnóstico realizado en el cantón es notorio que no se realizan las gestiones correctas para cumplir con una correcta recogida de los residuos sólidos urbanos no se encuentra en las condiciones óptimas para realizar una correcta recolección de los residuos sólidos además (34) reconoce como necesario, garantizar la concientización de la población para beneficiar la correcta gestión de residuos. Esa sensibilización deberá combatir las asimetrías de la información entre las clases sociales y regiones del país, así como eliminar tradiciones y hábitos culturales que no conducen a una correcta gestión de los residuos.

El servicio de recolección en el cantón es deficiente por falta de planificaciones de las autoridades según (35) el PNGIDS, el MIDUVI y otras instituciones, indican que en nuestro país el servicio de recolección de residuos sólidos posee una cobertura nacional del 84.2% en las áreas urbanas y mientras que para el área rural se encuentra el 54.1% . En la actualidad la producción de residuos en el Ecuador es de 5.8 millones de toneladas métricas al año y 12.897.98 Ton/día, presentando una generación per cápita de 0.58 kg/hab/día; solo el 28% de los residuos son dispuestos en rellenos sanitarios y el 72% de los residuos restantes son colocados en botaderos a cielo abierto.

Mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un intervalo de confianza 95%, se identificó que estadísticamente existe variabilidad significativa de la producción de residuos orgánicos con un peso representativo de 62,59 % siendo el residuo más generado dentro de la población además de acuerdo (36). El porcentaje de residuos totales aprovechados en la IBERO asciende a 26.23 % y se detectan numerosas oportunidades en cuanto al reciclaje puesto que los materiales de mayor generación y por lo tanto de mayor impacto ambiental son potencialmente recuperables. Éstos son: residuos alimenticios, residuos de jardinería, papel, cartón y PET, que en conjunto representan el 78 % del residuo generado y ascienden a un total de aproximadamente dos y media toneladas diarias.

Para este análisis se propone un escenario en que el municipio implemente un sistema de gestión de RSU con separación en origen en dos fracciones: una orgánica destinada al compostaje y otra inorgánica que sería procesada en una instalación de recuperación de materiales tales como plásticos, papel y cartón, metales ferrosos, metales no ferrosos, envases multicapa y vidrio (37)

Los residuos orgánicos se presenta en mayores porcentajes de generación del día 5 (viernes) con una producción per-cápita de 0,39 kg/hab/día y el día 6 (sábado) de menor producción con un valor de 0,36 kg/hab/día. Teniendo un promedio de generación diaria de 3.028,05 kg.

Es necesario que las rutas sean optimas dentro del cantón para una correcta gestión del proceso de recogida, además menciona (38) el un manejo deficiente en la gestión de los residuos sólidos desde la fuente generadora, hasta la disposición final de la misma, de esta manera, facilitar el control del movimiento y adecuado uso de los vehículos que recolectan y desplazan los residuos sólidos urbanos, se contribuirá a disminuir los gastos operativos, se ahorrara la contratación del personal operativo innecesario o déficit del mismo, es decir evitar la sub o sobre utilización de los recursos redundantes , permitiendo hacer más sencilla la labor del gestor, así como también mejorar la calidad ambiental la calidad de vida los habitantes.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- A partir del diagnóstico sobre el manejo actual de los residuos sólidos en el cantón de San Lorenzo se pudo comprobar que el problema empieza desde la unidad de gestión ambiental o en general de las autoridades, por el desinterés en cuanto a los temas de recolección de residuos sólidos además de no contar con la ordenanza municipal que se encargué de regular cada uno de las gestiones.
- El promedio de la producción per-cápita de los residuos sólidos urbanos en el cantón san Lorenzo es de 0,60 kg/hab*día, que de acuerdo a al (INEC) indica que la producción per-cápita de los residuos sólidos a nivel urbano correspondiente al año 2016 es de 0,58 kg/hab*día y según las Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, este valor que crece anualmente 0.05.
- A través de los datos obtenidos y aplicando el análisis de varianza y la prueba de Tukey con un intervalo de confianza 95%, se identificó que estadísticamente existe variabilidad significativa en cuanto a la producción de residuos orgánicos mismo que representan el 62,59 %, de la misma manera se obtuvo que los residuos plásticos representan el 12,89% obteniendo un promedio de 0,60 kg/hab/día.
- El procesamiento de las rutas óptimas en el área de estudio se realizó un diagnóstico completo de la situación de las rutas de recolección de residuos sólidos en la en cantón donde se pudo generar y levantar información necesaria para la actualización de la red vial y posteriormente generar las rutas óptimas de recolección de desechos sólidos usando la extensión de Network Analyst que ayudo a calcular una mejor ruta.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es importante realizar un estudio técnico previo a la implementación de nuevas rutas de recolección para el cantón de San Lorenzo, tomando en cuenta el crecimiento poblacional, generación de residuos, producción per cápita, y modificaciones a la red vial que se mantiene actualizándose constantemente debido a factores demográficos y socio-cultural.
- Se recomienda realizar un monitoreo de las rutas para mantener un equilibrio en el sistema de recolección ya que al mejorar la eficiencia del sistema se estaría reduciendo el impacto ambiental del mismo. Teniendo en cuenta que, para la aplicación de las rutas generadas, el Municipio del cantón San Lorenzo deberá socializar la nueva propuesta a la población, para acoplarse de una mejor manera a estos cambios que se generan en el cantón.
- Emplear las propuestas de la creación de la unidad de gestión de residuos sólidos donde se apliquen normativas para el correcto proceso además de capacitar a los trabajadores que laboran en esta área y brindar capacitaciones a la población para la correcta clasificación de los residuos desde la fuente.
- Crear campañas de educación ambiental a la población y centro educativos sobre el manejo de los residuos sólidos mediante la reducción en la fuente, reciclaje y rehúso, concientizando a la población la importancia de su participación siendo importante incentivar a la ciudadanía mediante programas con fines de aprovechamiento aprovechable para sacarle provecho de dichos residuos que tiene una segunda oportunidad.

BIBLIOGRAFIAS

6.1. BIBLIOGRAFÍAS

1. Sáez A, Urdaneta G, Joheni A. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Redalyc. 2014 Septiembre ; 20(3).
2. Torres A. Los residuos Sólidos. In Unidad de estudios profesionales de ciencias y artes. Guayaquil; 2019.
3. Minga M, Zhiminaycela Y. Optimizaciòn de las rutas de recolecciòn de los residuos sòlidos urbanos en el centro cantonal SIGSIG. In. Cuenca; 2019.
4. Tello P, Campani D, Sarafia D. Gestòn integral de los residuos solidos urbanos Mèxico: Proper Mx; 2018.
5. Benavides N. Modelo de gestion integral de rellenos sanitarios manuales para poblacion entre 1.500 y 30.000 habitantes en el Ecuador. In. Quito; 2007.
6. Araiza Aguilar JA, José Zambrano ME. Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio. Redalyc.org. 2015 Apr; 19(2).
7. Javier A. Optimizaciòn aplicada a un problema de recoleccion de residuos industriales. Gerenc. Tecnol. Inform. 2012 Jan; 11(29).
8. Guerrero LA, Maas G, Hogland W. Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades e países en desarrollo. Revista Tecnología en Marcha. 2015 Abril; 28(2).
9. Cruz Sotelo SE, Ojeda Benítez S. Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 2013; 29(7).
10. Oefa. Fiscalizacion ambiental en residuos solidos de gestion municipal provincial.. In. Perú: billy víctor franco; 2014. P. 9.
11. Vanegas , Beltran. Maanual de reciclaje y plan de socializacion para la disposicion final de residuos solidos en el barrio bella Flor. In. Bolivar; 2016.

12. Bonmatì A, Gabarrell X. Evaluación y prevención de riesgos Ambientales en Centroamérica. In. España; 2008. P. 210.
13. Martinez J. Guia para la gestion integral de residuos peligrosos Montevideo Uruguay : D.I. Marcelo Caiafa.; 2005.
14. Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2841. Instituto Ecuatoriano de Normalización.Servicio Ecuatoriano de normalizacion INEN. [Online].; 2014. recuperado: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2841.pdf>.
15. Ministerio del Ambiente. Guia para la caracterizacion de residuos solidos municipales. In. Perú; 2019. P. 7.
16. Inec. Instituto ecuatoriano de estadísticas y censo. [online].; 2016.
17. Guerra EE. Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili , Timor Leste. Scielo. 2014 May; 52(2).
18. Francisco J. André EC. Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. Researchgate. 2015 Sep; 071(73).
19. Velasco O, Gaitan J. Formular estrategias para optimizar la recolección de residuos solidos domiciliarios del municipio de Madrid. In. Bogota; 2012.
20. Minga Marcos ZY. Optimización de las rutas de recolección de residuos solidos urbanos del centro cantonal de Sigües. In. Cuenca; 2019.
21. Fernando AL, Jhoshi C. Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el distrito de Caleta de Caranqui. In. Perú; 2020.
22. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Los Sistemas de Información Geográfica. Redalyc. 2006 Enero-Junio; 1(1).
23. Rodríguez Lloret J, Olivella. Introducción a los sistemas de información geográfica Catalunya: FUOC; 2016.

24. García H, Toyo L, Acosta Y, Rodríguez L, El Zauahre M. Percepción del manejo de residuos sólidos urbanos (fracción inorgánica) en una comunidad. Multiciencias- Redalyc. 2014 septiembre; 14(3).
25. Guerrero LA, Maas G, Hogland W. Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo. Scielo. 2015 Feb; 33(1).
26. Quezada EB, Gurrola MÁT, Navarrete JAR, Biosca SAO. Evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos con apoyo de dispositivos de rastreo satelital: análisis e implicaciones. Revista internacional de contaminación ambiental Scielo. 2016 Aug; 32(3).
27. Gran Castro JA, Bernache Pérez G. Gestión de residuos sólidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos. Sociedad y ambiente- Redalyc. 2016 Noviembre ; 1(9).
28. Betanzo Quezada E, Torres Gurrola MÁ, Romero Navarrete JA, Obregón Biosca SA. Evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos con apoyo de dispositivos de rastreo satelital: análisis e implicaciones. Rev. Int. Contam. Ambiental Scielo. 2016 Nov; 32(3).
29. Pérez Arriaga E, Racero Moreno J, Villa Caro G. Los sistemas de recolección de residuos sólidos (Los métodos y sus aplicaciones). Ciencias UTA Redalyc. 2007 Junio; 1(4).
30. Bermeo Muñoz EA, Calderón Sotero JH. Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. El Hombre y la Máquina- Redalyc. 2009 Junio ; 32.
31. PDTO de San Lorenzo. Plan de ordenamiento territorial del Cantón San lorenzo del Pailon Esmeraldas; 2012.
32. Uran CAS, Castrillón JAG, Londoño OF. Análisis de Rutas de Transporte de Pasajeros Mediante la Herramienta Network Analyst de Arcgis. Caso Aplicado en la Ciudad de Medellín. Ingenierías usbmed. 2016 Julio ; 7(2).
33. Inec. Estadística de información ambiental. Institución nacional de estadísticas y censos (inec); 2016.

34. Fazenda AJ, Tavares-Russo MA. Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe: herramienta para gestión de residuos. Ciencias Holguín- Redalyc. 2016 Octubre; 22(4).
35. Andres RJ. Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos Cuenca ; 2019.
36. Morales mr. Caracterización de residuos sólidos en la universidad iberoamericana, ciudad de México. Rev. Int. Contaminación Ambiental. 2011 noviembre ; 28(1).
37. Saldaña Durán Ce, Hernández Rosales Ip, Messina Fernández S, Pérez Pimienta Ja. Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado. Revista internacional de contaminación ambiental. 2013 abril; 29(3).
38. Ponte de Chacín C. Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de. Revista de investigación- Redalyc. 2008 Junio ;(63).
39. Garrido S. Regulación básica de la producción y gestión de residuos. In Dayenu , editor.. Madrid: Fundación Confemetal ; 1998. P. 11.
40. Masaquiza masaquiza pb. El manejo de desechos sólidos en la parroquia salasaka del cantón san pedro de pelileo año 2019 y propuesta de rutas óptimas para la recolección de desechos sólidos utilizando sistemas de información geográfica (s.i.g) quito: pontificia universidad católica del ecuador; 2019.
41. Serna Uran CA, García Castrillón A, Flores Londoño O. Análisis de Rutas de Transporte de Pasajeros Mediante la Herramienta Network Analyst de Arcgis. Caso Aplicado en la Ciudad de Medellín. Revista Ingenierías usbmed. 2016 Julio-Diciembre; 7(2): p. 89-95.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista al director de la UGAS.



¡Una administración con rostro social y humano!

OFICIO N° 51 GADMSL - UGAM – 2020

San Lorenzo 15 de Diciembre del 2020

Srta. Estudiante

Álvarez Ortiz Andrea Elizabeth.

Reciba un cordial saludo de parte del Abogado GLEEN ARROYO CARVACHE ALCALDE DEL CANTÓN SAN LORENZO y en especial de la unidad de gestión ambiental.

Señorita Álvarez Ortiz Andrea Elizabeth estudiante del décimo semestre de la carrera de licenciatura en gestión ambiental de la universidad técnica estatal de Quevedo, me permito responderle el oficio donde solicita solicitar información que le sirva para complementar su trabajo de investigación de tesis, tomando en cuenta que esta información es pública tengo el honor y el agrado de responderle lo siguiente:

¿QUIÉN ES LA PERSONA RESPONSABLE DE REALIZAR LA RECOLECCIÓN?

La persona, que está a cargo de la recolección es el jefe de la unidad Lcdo. José Luis Castillo Arizala, a parte está el señor Salomón Mairongo un coordinador quien se encarga de coordinar las rutas y el personal que va a trabajar así como las barrenderas.

¿CUANTAS RUTAS DE RECOLECCIÓN EXISTEN EN TODO EL CANTÓN?

Existen 3 zonas terrestre urbanas, 1 zona rural y 2 zona marítima las mismas que cubren todo el Cantón

¿CUÁLES SON LOS HORARIOS Y FRECUENCIAS?

Las rutas de recolección se realizan en horarios de 8 de la mañana hasta las 2 de la tarde con una frecuencia diaria, con tiempo de 30 minutos a 1 hora en cada barrio según la cantidad de desechos que exista.

¿CUANTAS PERSONAS LABORAN EN LOS CARROS DE RECOLECCIÓN?

En los compactadores trabajan 2 personas y en las volquetas 3 personas





¿PROMEDIO DE DESECHOS RECOGIDOS EN LA ZONA URBANA?

La cantidad de desechos recogido promedio en la zona rural 7 ton y en la zona urbana 35 ton diarias.

¿CON CUÁNTOS RECOLECTORES CUENTA EN LA ZONA URBANA?

Esta unidad municipal cuenta con 3 compactadores y 1 volqueta para realizar la recolección en la zona rural.

Cabe señalar que en ocasiones por el mal estado y ya terminada vida útil, pero que por la crisis económica no se ha podido realizar la renovación del parque automotor y por eso en ocasiones debemos de buscar otras volquetas que nos ayuden a brindar un buen servicio.

¿BAJO QUÉ NORMATIVA ESTÁ SUJETA LA RECOLECCIÓN DE BASURA?

La recolección de los desechos está bajo la ordenanza municipal y que esta está basada en el artículo 264 en su literal 4 de la Constitución de la República del Ecuador, así mismo en el artículo 224 y 225 del código orgánico ambiental.

¿EXISTEN ESTUDIOS PARA MEDIR LA EFICIENCIA DE RECOLECCIÓN PARA MEDIR GASTOS Y CUÁLES SON?

Los estudios se realizan todos los años a través del programa de registro de información que maneja la Asociación de Municipalidades del Ecuador AME.

Es todo cuanto puedo informar sirva este documento para fines educativos que le permitan realizar sus investigaciones para su trabajo final de tesis.

Queda de más indicarle que esta Administración con su Alcalde Gleen Arroyo Carvache de puertas abiertas estamos prestos en ayudarle en lo que usted estime necesario, puesto que para nosotros es de orgullo que nuestros jóvenes se preparen y aporten al desarrollo de su Cantón.

Atentamente.



Lcdo. José Luis Castillo Arizala

Jefe (e) de la unidad de gestión ambiental



Anexo 2. Cuestionario

Cuestionario			
Preguntas	Si	No	Observación
¿Existen contenedores para el depósito de los residuos sólidos en el cantón?	X		Si existen 30 contenedores aproximadamente.
¿En cada barrio existe un contenedor de residuos sólidos urbanos?		X	En ciertos barrios ya que no se cuenta con el número significativo para llevar a cubrir todos los sectores, por lo general se los pone en ciertos barrios en puntos estratégicos.
¿La ciudadanía saca los residuos en el horario establecido por la municipalidad?		X	Mediante la observación se pudo evidencia que no existen horarios fijos para cada barrio por ende se da ciertos desordenes al sacar los residuos, encontrándolos expuestos en las vías pública.
¿Los ciudadanos clasifican los residuos sólidos?		X	Se constató que la población desconoce la clasificación de residuos por ende todo es mezclado en una sola funda en los hogares.
¿Se realiza capacitaciones a la ciudadanía sobre la clasificación de los residuos?		X	No se realizan capacitaciones a la población.
¿La ciudad se ve limpia de residuos sólidos?	X		Sí, pero a pesar de las limpiezas existen barrios que no cuenta con limpieza de residuos sólidos.
¿Se emplea tratamiento a los residuos?		X	Los residuos no son sometidos a ningún tratamiento, solo son cubiertos con arcilla.

Elaborado por: Autora, 2021.

Anexo 3. Puntos de coordenadas con sus respectivas coordenadas UTM.

COORDENADAS UTM			
Nº	X	Y	Sitios de estudio
1	742113	142005	Palestina
2	742106	142008	
3	742087	142000	
4	741391	142223	
5	740759	142486	26 de Agosto
6	740443	142313	San Martin
7	748396	142094	
8	740438	142356	
9	740544	142107	
10	741052	142419	Las Mercedes
11	740638	141742	Kennedy
12	740576	141749	
13	740469	141636	
14	740807	141903	Las carlotas
15	742394	141629	Los laureles
16	741287	141507	12 de octubre
17	740637	142118	Nuevos horizontes
18	740726	142002	
19	741265	142085	San José
20	742069	141739	Nueva esperanza
21	741945	141768	
22	740640	142859	Brisas del mar
23	742070	141750	Nueva esperanza
24	742760	140870	Nuevo san Lorenzo
25	742806	141734	Unión y progreso
26	741021	142356	Magdalena
27	740727	142374	26 de agosto
28	740717	142003	Nuevos horizontes
29	740736	141990	
30	742794	140871	Nuevo san Lorenzo
31	743401	141363	Colinas del sol
32	741416	141734	26 de Agosto
33	740641	142409	
34	740667	142377	

35	740685	142360	
36	740705	142375	
37	740670	142405	
38	740702	142348	
39	740687	142313	
40	740735	142347	
41	740746	142353	
42	740771	142330	
43	740757	142317	
44	740793	142448	
45	740837	142381	
46	740819	142402	
47	740809	142364	
48	740797	142302	
49	740855	142256	
50	740819	142274	
51	740856	142297	
52	740867	142336	
53	740892	142302	
54	740862	142260	
55	740816	142228	
56	740750	142247	
57	740728	142266	
58	740660	142273	
59	740639	142256	Nuevos horizontes
60	740626	142234	
61	740645	142248	
62	740663	142222	
63	740645	142213	
64	740801	142197	26 de Agosto
65	740903	142346	
66	740889	142372	
67	740970	142367	
68	740952	142398	
69	740940	142420	Magdalena
70	740924	142459	
71	740885	142453	
72	740853	142488	
73	740816	142524	26 de Agosto
74	740801	142547	

75	740806	142579	
76	740789	142577	
77	740930	142479	
78	740927	142498	
79	740955	142500	
80	740953	142480	
81	740979	142457	
82	740983	142476	
83	741007	142460	
84	741021	142521	
85	741005	142530	
86	740996	142513	
87	741015	142489	Las Mercedes
88	741024	142465	
89	741033	142421	
90	741061	142416	
91	741068	142412	
92	741062	142399	
93	741092	142395	
94	741089	142379	
95	741111	142366	
96	741130	142309	
97	741121	142384	
98	741154	142388	
99	741174	142403	
100	741182	142440	
101	741193	142424	
102	741197	142354	
103	741228	142359	
104	741319	142365	
105	741311	142366	
106	741260	142377	Magdalena
107	741247	142361	
108	741284	142352	
109	741326	142344	
110	741361	142330	
111	741348	142373	
112	741225	142318	
113	741235	142291	
114	741155	142267	

115	741238	142273	
116	741166	142248	
117	741275	142274	
118	741181	142211	
119	741141	142233	
120	741193	142199	
121	741290	142220	
122	741188	142155	
123	741198	142134	
124	741150	142090	
125	741074	142142	
126	741348	142108	
127	741264	142047	
128	741482	142191	San José
129	741506	142197	
130	741455	142122	
131	741432	142158	
132	741507	142117	
133	741423	142080	
134	741518	142249	
135	741463	142277	
136	741544	142325	
137	741540	142348	
138	741547	142359	
139	741519	142317	
140	741510	142375	
141	741532	142267	
142	741555	142243	
143	741492	142216	
144	741567	142131	
145	741573	142054	
146	741589	142089	
147	741559	142080	La siate
148	741462	142092	
149	741464	142035	
150	741489	142050	
151	741496	142029	
152	741567	142020	
153	741639	142108	Santa rosa
154	741694	142054	

155	741618	142049
156	741565	141997
157	741650	141995
158	741660	141949
159	741620	141954
160	741719	141998
161	741745	141933
162	741759	141976
163	741764	141962
164	741684	141924
165	741540	141940
166	741511	141935
167	741484	141960
168	741507	141908
169	741492	141907
170	741466	141906
171	741427	141902
172	741716	142116
173	741753	142116
174	741787	142143
175	741784	142171
176	741830	141990
177	741813	141913
178	741731	141902
179	741650	141889
180	741599	141946
181	741846	141852
182	741824	141868
183	741871	141905
184	741760	141847
185	741598	141852
186	741536	141853
187	741565	141793
188	741331	141772
189	741268	141770
190	741299	141773
191	741273	141726
192	741300	141728
193	741390	141692
194	741390	141740

12 de octubre

195	741329	141644	
196	741272	141650	
197	741235	141727	
198	741200	141699	
199	741320	141617	
200	741289	141604	
201	741299	141569	
202	741334	141531	
203	741358	141532	
204	741360	141604	
205	741362	141623	
206	741350	141513	
207	741322	141501	Las marías
208	741302	141483	
209	741334	141485	
210	741174	141750	
211	741077	141746	
212	741095	141718	
213	741177	141826	
214	741200	141780	
215	741143	141789	
216	741131	141850	
217	741101	141893	
218	741091	141903	
219	741131	141918	
220	741275	141851	
221	741255	141849	El pedregal
222	741227	141870	
223	741201	141891	
224	741100	141982	
225	741078	141971	
226	741098	141935	
227	741072	141911	
228	741737	141735	
229	741593	141726	
230	741602	141683	
231	741881	141636	3 de julio
232	741928	141641	
233	740409	141916	
234	740452	141981	

235	740344	141996	
236	740333	142021	
237	740246	141967	
238	740490	141900	
239	740353	141873	
240	740257	141917	
241	740400	142033	
242	740446	142088	
243	740308	142076	
244	740501	142091	San martin
245	740484	142103	
246	740357	142362	
247	740524	141811	
248	740622	141739	
249	740782	141717	
250	740795	141717	
251	740757	141681	
252	740723	141677	
253	740786	141669	
254	740812	141674	
255	740816	141642	
256	740742	141597	
257	740768	141585	
258	740825	141547	
259	740736	141822	
260	740709	141804	Las carlotas
261	740716	141787	
262	740657	141767	
263	740853	141802	
264	740985	141887	
265	740968	141872	
266	740920	141804	
267	740889	141851	
268	740823	141887	
269	740636	141838	
270	740328	141792	
271	740312	141900	
272	740253	141728	
273	740499	142668	
274	740356	142729	Zona franca

275	740314	142751	
276	740347	142791	
277	740392	142781	
278	740485	142753	
279	740415	142608	
280	740340	142619	
281	740196	142669	
282	740194	142697	
283	740192	142741	
284	740270	142614	
285	740293	142583	
286	740352	142489	
287	740254	142532	
288	740308	142701	
289	740267	142791	
290	740450	142822	
291	740475	142846	
292	740604	142725	
293	740498	142876	
294	740560	142719	
295	740610	142709	
296	740602	142661	
297	740534	142818	
298	740430	142899	
299	740413	142934	
300	740750	142690	
301	740723	142680	
302	742278	141664	
303	742389	141656	
304	742401	141649	
305	742321	141717	
306	742230	141747	
307	742257	141761	
308	742324	141747	
309	742415	141687	Palestina
310	742265	141859	
311	742342	141940	
312	742292	141959	
313	742123	141875	
314	742127	141900	

315	742134	141922	
316	742150	141959	
317	742123	141951	
318	742112	142016	
319	742073	142037	
320	742005	142002	
321	741987	142027	
322	742024	142057	
323	742040	142106	
324	742020	142130	
325	742345	141881	
326	742130	141726	
327	742134	141710	
328	742116	141688	
329	742031	141655	
330	742048	141705	
331	741971	141778	
332	741946	141753	
333	741931	141832	Nueva esperanza
334	741754	141543	
335	741727	141565	
336	741707	141577	
337	741686	141605	
338	741671	141537	
339	741602	141567	
340	741812	141571	
341	740845	142032	
342	740804	142090	
343	740786	142095	
344	740743	142144	
345	740737	142113	
346	740725	142159	
347	740698	142098	Nuevos horizontes
348	740657	142114	
349	740639	142138	
350	740822	142136	
351	740872	142172	
352	740771	142226	
353	740757	142018	
354	740691	142042	

355	740761	141951	
356	740748	141966	
357	742230	141423	
358	742225	141381	
359	742139	141418	
360	742168	141404	
361	742202	141480	
362	742072	141487	
363	742011	141499	
364	742033	141612	
365	740167	142229	
366	740205	142279	
367	740199	142300	
368	740127	142314	
369	740098	142232	
370	740062	142266	Zona franca
371	740111	142470	
372	740009	142317	

Elaborado por: Autora,2021.

Anexo 4. Socialización del proyecto.



Anexo 5. Recolección y pesaje de muestras.



Anexo 6. Clasificación de los residuos orgánicos



Anexo 7. Clasificación de Residuos Plásticos.



Anexo 8. Clasificación de los Residuos Ordinarios.

