

ISBN: 978-99983-69-05-4 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-18-4 (E-Book, pdf)

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DESARROLLO DE UN SISTEMA
LOGÍSTICO PARA LA GESTIÓN EFECTIVA
DE LA FLOTA VEHICULAR EMPLEADA
PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS
SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA UNIÓN**

**EN ASOCIO CON LA ALCALDÍA MUNICIPAL
DE LA UNIÓN.**

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
ING. SAMUEL ENRIQUE ORELLANA PAZ

DOCENTE COINVESTIGADOR
ING. EDGARDO ANTONIO CLAROS QUINTANILLA

**TÉCNICO EN LOGÍSTICA Y ADUANAS Y
TÉCNICO EN DESARROLLO DE SOFTWARE
CENTRO REGIONAL ITCA-FEPADE MEGATEC ZACATECOLUCA**

ENERO 2023

ISBN: 978-99983-69-05-4 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-18-4 (E-Book, pdf)

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DESARROLLO DE UN SISTEMA
LOGÍSTICO PARA LA GESTIÓN EFECTIVA
DE LA FLOTA VEHICULAR EMPLEADA
PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS
SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA UNIÓN**

**EN ASOCIO CON LA ALCALDÍA MUNICIPAL
DE LA UNIÓN.**

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
ING. SAMUEL ENRIQUE ORELLANA PAZ

DOCENTE COINVESTIGADOR
ING. EDGARDO ANTONIO CLAROS QUINTANILLA

**TÉCNICO EN LOGÍSTICA Y ADUANAS Y
TÉCNICO EN DESARROLLO DE SOFTWARE
CENTRO REGIONAL ITCA-FEPADE MEGATEC ZACATECOLUCA**

ENERO 2023

Rector

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrector Académico

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

**Director de Investigación
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada

Téc. Alexandra María Cortez Campos

Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

**Director Centro Regional
MEGATEC La Unión**

Lic. Luis Ángel Ramírez Benítez

363.6

O66d Orellana Paz, Samuel Enrique 1980-

slv

Desarrollo de un sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos en la ciudad de La Unión : en asocio con la alcaldía municipal de La Unión [recurso electrónico] / Samuel Enrique Orellana Paz, Edgardo Antonio Claros Quintanilla. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, El Salv. : ITCA Editores, 2023.

1 recurso electrónico (87 p. : il. col. ; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo : pdf, 5 MB). --
<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

ISBN: 978-99983-69-05-4 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-18-4 (E-Book, pdf)

1. Desechos sólidos – Administración. 2. Administración de flota de vehículos. 3. La Unión - Control de residuos – Transporte. 4. Programación. 5. Recolección de basuras. I. Claros Quintanilla, Edgardo Antonio 1985- coaut.- II. Título.

Autor:

Ing. Samuel Enrique Orellana Paz

Co Autor:

Ing. Edgardo Antonio Claros Quintanilla

Estudiantes Participantes

Alejandra Gabriela Ramírez Palacios

Misael Nahúm Cañas Tijerino

Jonathan Enoc Cruz Vásquez

Oscar Antonio González Bonilla

Henry Josué Guevara Estrada

José Sebastián Ortega Ramírez

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2023

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: www.itca.edu.sv

TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
	2.1.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
	2.2.ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA.....	8
	2.3 JUSTIFICACIÓN	9
3.	OBJETIVOS.....	12
	3.1.OBJETIVO GENERAL	12
	3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4.	HIPÓTESIS.....	13
5.	MARCO TEÓRICO	13
	5.1.LOGÍSTICA.....	13
	5.2.GESTIÓN EN LA FLOTA DE VEHÍCULOS	14
	5.3.GESTIÓN DEL TRANSPORTE	18
	5.4.RUTAS DE TRANSPORTE.....	19
	5.5.DESECHOS SÓLIDOS	20
	5.6.SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	22
	5.7.INDICADOR DE RENDIMIENTO.....	23
	5.8.MODELO DE PROGRAMACIÓN EXTREMA PARA GESTIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE	23
	5.9.LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PHP	24
	5.10.BASES DE DATOS RELACIONALES.....	25
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	29
	6.1.ENFOQUE METODOLÓGICO	29
	6.2.TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
	6.3.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	29
	6.4.MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA	32
7.	RESULTADOS	34
	7.1.DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LA FLOTA VEHICULAR EMPLEADA PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	34
	7.2.DIAGNÓSTICO DE LAS RUTAS ACTUALES	56
	7.3.ANÁLISIS FODA.....	74
8.	CONCLUSIONES.....	76
9.	RECOMENDACIONES.....	77
10.	GLOSARIO.....	78
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
12.	ANEXOS.....	80
	12.1 ANEXO 1. FORMATO DE ENTREVISTA RECURSOS ACTUALES.....	80
	12.2 ANEXO 2: FORMATO ENTREVISTA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.....	83
	12.3 ANEXO 3. FORMATO DE ENTREVISTA GESTIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR.....	84
	12.4 ANEXO 4. FORMATO ENCUESTA REALIZADA A LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. El Salvador: Hogares por tipo de tratamiento de basura no reciclada, según área geográfica.	10
Ilustración 2. Producción estimada de desechos sólidos generados en el área urbana por departamento (ton/día).....	11
Ilustración 3. Esquema empleado para el manejo de los desechos sólidos	12
Ilustración 4. Vehículo compactador International utilizado para la recolección de desechos sólidos.	35
Ilustración 5. Vehículo KIA utilizado para la recolección de desechos sólidos	35
Ilustración 6. Gestión de Desechos Sólidos implementada por Alcaldía Municipal de La Unión.	36
Ilustración 7. Mapa de ubicación del municipio de La Unión en el departamento.	38
Ilustración 8. Mapa de cantones del municipio de La Unión.....	39
Ilustración 9. Promedio mensual en toneladas de desechos sólidos recolectados por la Alcaldía Municipal de La Unión desde el año 2018 a la fecha	43
Ilustración 10. Promedio diario en toneladas de desechos sólidos recolectados por la Alcaldía Municipal.....	44
Ilustración 11: Distancia en kilómetros desde la ciudad de La Unión a Relleno Sanitario ASINORLU	45
Ilustración 12: Instalaciones del relleno sanitario ASINORLU.....	46
Ilustración 13. Resultados de cantidad de personas por lugar que participaron en la encuesta	48
Ilustración 14. Resultados sobre el destino final que brinda la población a los desechos sólidos	49
Ilustración 15. Resultados acceso al servicio de recolección de desechos sólidos.....	49
Ilustración 16. Resultados de frecuencia con que pasa el camión recolector de desechos sólidos	50
Ilustración 17. Resultados horarios de recolección	51
Ilustración 18: Resultados deficiencias en el servicio actual de recolección de desechos sólidos	53
Ilustración 19: Estructura orgánica de la Alcaldía Municipal de La Unión	54
Ilustración 20. Recolección CEPA y CORSAIN.....	58
Ilustración 21. Recorrido Centro de La Unión.....	58
Ilustración 22. Recolección Colonia Esperanza, Miramar y Amalia.	59
Ilustración 23. Recorrido Total Ruta # 1.	59
Ilustración 24. Recolección Sector la Palma, Colina Beltrán y El Centro.....	61
Ilustración 25. Recorrido Total Ruta # 2.	61
Ilustración 26. Mapa completo ruta 2.	62
Ilustración 27. Recolección Confort Inn.....	63
Ilustración 28. Recolección Barrio Concepción.....	63
Ilustración 29. Recorrido Total Ruta # 3	64
Ilustración 30: Recorrido Lotificación Cutuco	65
Ilustración 31: Recorrido Total Ruta # 4	66
Ilustración 32: Recorrido Colonia Bella Vista.....	67
Ilustración 33: Recorrido Total Ruta # 5	68
Ilustración 34: Recorrido Barrio San Antonio	69
Ilustración 35. Mapa completo ruta 6 actual.....	70
Ilustración 36. Recorrido Total Ruta # 7.	71
Ilustración 37. Recorrido Pueblo Viejo y Chiquirín.	73
Ilustración 38. Recorrido Lotificación Santa Mónica y Santa María.	73
Ilustración 49. Recorrido Total Ruta # 8.	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos generales y generación de desechos de diferentes municipios de la zona oriental de El Salvador	8
Tabla 2: Cantidad de municipios que poseen ó no servicio de recolección y transporte de desechos sólidos	10
Tabla 3: Recurso humano involucrado en la gestión y operación de la flota vehicular en la ciudad de La Unión	34
Tabla 4: Vehículos empleados en la recolección de desechos sólidos.....	35
Tabla 5: Costos anuales de la Flota Vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos	36
Tabla 6: Cantones y Caseríos del municipio de La Unión	38
Tabla 7: Ruta # 1 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión	40
Tabla 8: Ruta # 2 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión	40
Tabla 9: Ruta # 3 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión	40
Tabla 10: Ruta # 4 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión	41
Tabla 11: Ruta # 5 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión	41
Tabla 12: Ruta # 6 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión	41
Tabla 13: Ruta # 7 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión	42
Tabla 14: Promedio en toneladas de desechos sólidos recolectados por la Alcaldía Municipal desde el año 2018	43
Tabla 15: Indicadores de generación de desechos sólidos en El Salvador	44
Tabla 16: Resultados de cantidad de personas por lugar que participaron en la encuesta	47
Tabla 17: Consulta sobre el destino final que brinda la población a los desechos sólidos	48
Tabla 18: Resultados acceso al servicio de recolección de desechos sólidos	49
Tabla 19: Resultados de frecuencia con que pasa el camión recolector de desechos sólidos	50
Tabla 20: Resultados horarios de recolección.....	51
Tabla 21: Promedio de basura (kg) que se genera diariamente por casa, según área.	52
Tabla 22: Promedio de personas que habitan en los hogares, según área.....	52
Tabla 23: Promedio de basura generada diariamente por habitante (producción per cápita), según área.....	52
Tabla 24: Comparativo de Producción per cápita de desechos sólidos.	52
Tabla 25: Resultados deficiencias en el servicio actual de recolección de desechos sólidos.	53
Tabla 26: Resumen de monitoreo de rutas actuales	56
Tabla 27: Rutas actuales por camión	57
Tabla 28: Datos generales Ruta # 1.....	57
Tabla 29: Datos monitoreo de Ruta # 1	58
Tabla 30: Datos generales Ruta # 2.....	60
Tabla 31: Datos monitoreo de Ruta # 2	60
Tabla 32: Datos generales Ruta # 3.....	62
Tabla 33: Datos monitoreo de Ruta # 3	63
Tabla 34: Datos generales Ruta # 4.....	64
Tabla 35: Datos monitoreo de Ruta # 4	65
Tabla 36: Datos generales Ruta # 5.....	66
Tabla 37: Datos monitoreo de Ruta # 5	67
Tabla 38: Datos generales Ruta # 6.....	68
Tabla 39: Datos monitoreo de Ruta # 6	69
Tabla 40: Datos generales Ruta # 7.....	70
Tabla 41: Datos monitoreo de Ruta # 7	71
Tabla 42: Datos generales Ruta # 8.....	72
Tabla 43: Datos monitoreo de Ruta # 8	72

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de la flota de vehículos es el proceso de control y organización de un grupo de vehículos reunidos con el mismo fin. Sus funciones incluyen diferentes tareas, como cuidar el mantenimiento de la unidad, administrar sistemas de monitoreo, planificar rutas o ayudar a controlar presupuestos y gastos, además de mejorar la disponibilidad de los vehículos para el cumplimiento de las operaciones de una empresa o institución.

El presente proyecto se elaboró con el objetivo de hacer un diagnóstico que permitió identificar la estrategia empleada actualmente en la utilización de los vehículos para la recolección de desechos sólidos; la información de este diagnóstico sirvió para desarrollar un sistema para la gestión eficiente de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos que permita optimizar la eficiencia y productividad de la flota en todas las etapas de la cadena logística, mejorar el desempeño del transporte y la vida útil, en la Alcaldía Municipal de La Unión.

El proyecto de investigación se elaboró en las siguientes fases:

FASE I: PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Esta fase consistió en la planificación de las visitas de campo que se realizarán a la Alcaldía Municipal de La Unión para estudiar la estrategia actual de la gestión de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos, para realizar el diagnóstico se utilizarán instrumentos de investigación, como hojas de observación, fichas de entrevistas entre otros.

FASE II: ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO

En esta parte del proyecto se realizaron visitas de campo a la Alcaldía Municipal de La Unión para aplicar los instrumentos de la etapa anterior; estos datos fueron analizados con el objetivo de establecer los requerimientos necesarios para el sistema logístico a desarrollar.

FASE III: DESARROLLO DEL SISTEMA LOGÍSTICO (PROPUESTA)

Con los requerimientos establecidos en la fase anterior, se procedió a desarrollar un sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos que permita optimizar los recursos y mejorar el servicio en la Alcaldía Municipal de La Unión. El sistema logístico está acompañado de una plataforma informática que permite gestionar y controlar los elementos creados en el sistema.

A lo largo de la investigación se pudo constatar que muy buena parte de habitantes del municipio de La Unión no practican un adecuado manejo de los desechos sólidos domiciliarios. Los malos hábitos, que, en su mayoría, se acomodan y dejan toda la responsabilidad de lo que conlleva la recolección de los desechos sólidos a la municipalidad, lo cual reduce la efectividad de recolección, esto se evidencia en recipientes no idóneos utilizados por la población al momento de almacenar los desechos antes de la recolección, sacar la basura el día que no corresponde, dejar la basura al alcance de los animales, entre otros.

Se recomienda considerar a futuro el diseño una estación de transferencia, que permita almacenar temporalmente los desechos sólidos recolectados, de tal forma que los camiones recolectores disponibles sean divididos en los que realizarán las rutas hasta la estación de transferencia y otros que transportarán los desechos de la estación de transferencia al lugar de disposición final, esto permitirá utilizar los camiones más grandes para la disposición final y optimizar recursos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Antecedentes

La poca cultura y falta de conciencia por parte de la población para desalojar sus desechos sólidos hacen que diariamente se generen botaderos no autorizados, esto sumado a que no existe una óptima distribución de los recursos para la recolección, incrementa los focos de contaminación, afectando directamente la salud pública, el turismo, el comercio, y en consecuencia, el medio ambiente.

Según el Ministerio de Salud, solo en el año 2019 los registros de muertes relacionadas a enfermedades causadas en parte por la contaminación suman 1,131 entre mujeres y hombres, lo cual nos brinda un panorama de los efectos que tiene la contaminación en la salud de la población. [1]

La logística de recolección actual de desechos sólidos genera un alto grado de contaminación en recursos como el agua, aire y suelos (ya que se generan botaderos no autorizados y estos emiten gases y líquidos lixiviados los cuales se combinan con el agua, aire y suelo).

Una de las preocupaciones por las diferentes municipalidades es la recolección de los desechos sólidos generados de zonas urbanas, rurales, hospitales, empresas y otros. Dicha preocupación exige atención y soluciones eficientes, para la protección de la salud pública y el medio ambiente.

Las municipales tienen la responsabilidad de limpieza de las áreas públicas y el servicio de recoger la basura generada en sus municipios. Esta responsabilidad conlleva el proteger la salud pública y el medio ambiente al menor costo posible.

Es común que el servicio de recolección de desechos sólidos no se brinde con regularidad, esto se debe entre otras cosas, a la mala gestión de la flota vehicular que realizan las municipalidades, la cual abarca: los mantenimientos oportunos, los recambios de vehículos, rutas de distribución, control de los costos, entre otros.

Estadísticas de recolección y costos de desechos sólidos en el municipio de La Unión

Según el segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales MARN-BID 1209/OC-ES 2006, el municipio de La Unión cuenta con 40.183 habitantes de los cuales el 50% tiene acceso a la recolección de los desechos sólidos.

Según el Estudio de los desechos sólidos urbanos generados en la Zona Oriental de El Salvador 2013, en el municipio de La Unión se recolectan un promedio de 206 toneladas de desechos sólidos al mes, empleando para ello, 64 personas y 7 medios de recolección, tales toneladas son depositadas en el relleno sanitario ASINORLU ubicado en la ciudad de Santa Rosa de Lima. [2]

Tabla 1: Datos generales y generación de desechos de diferentes municipios de la zona oriental de El Salvador

No.	Municipio	Cantidad (Ton/mes)	Recursos Humano	Ingreso mensual (tasas) \$	Costo recolección y disposición \$	Medio de recolección
1	California	54	4	288.15	2,366.8	1
2	Jucuapa	200	49	2,271.41	10,412	3
3	Santa María	140	5	2,025	5,886.32	1
4	Santiago de María	281	47	7,000	12,701.81	4
5	Nueva Guadalupe	98	7	3,700	6,787.6	2
6	San Francisco Gotera	183.33	28	2,733.94	11,623.33	3
7	La Unión	206	64	11,295.56	22,257	7
8	Santa Rosa de Lima	350	30	11,308.58	20,650	2

Fuente: Estudio de los desechos sólidos urbanos generados en la Zona Oriental de El Salvador 2013

La tabla anterior muestra que el costo de recolección \$22,257 es mayor a los ingresos que obtiene la municipalidad de La Unión \$11,295.56, lo cual es un indicador que tomar en consideración respecto a nivel del servicio brindado a la población.

Incremento en la demanda

Años tras año la cantidad de habitantes aumenta y con ello la cantidad total de desechos, los problemas logísticos asociados con la recolección se hacen más complejos, si bien es cierto estos problemas siempre han existido en algún grado, ahora se han vuelto más críticos debido al costo elevado de los combustibles, recambios, mantenimientos y la mano de obra.

Por lo general, las municipalidades en El Salvador son las que planifican las rutas de recolección, horarios y organizan los equipos humanos de trabajo, exceptuando principios básicos de la logística que permitirían hacer más eficiente la recolección.

La logística puede resolver problemas relacionados a la distribución de forma adecuada de los recursos utilizados (Equipos, personal) y brindando mayor efectividad en recolección de desechos sólidos, reduciendo así los costos de mantenimiento y maximizando la utilización de los recursos, aumentando su productividad.

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

Algunos antecedentes relacionados con el tema de investigación son:

Tema: Implementación de mecanismos de colaboración entre el estado y la municipalidad de la palma para el manejo integral de los desechos sólidos urbanos domésticos.

Autor/es: Glenda Eunises Ardón Granados y Fátima Andrea Flores Hernández.

Institución: Universidad de El Salvador.

Año de Publicación: 2017.

País: El Salvador.

Tema: Estudio de los desechos sólidos urbanos generados en la Zona Oriental de El Salvador.

Autor/es: Ramírez Benítez, Luis Ángel, Chávez Saravia, David Arnoldo.

Institución: Universidad de El Salvador.

Año de Publicación: 2013.

País: El Salvador.

Tema: Rediseño del sistema de recolección de desechos sólidos para la reducción de costos operativos de la Alcaldía Municipal de la Ciudad de La Unión.

Autor/es: Rita Benítez, Santos Benítez, María Campos, William Fuentes.

Institución: ITCA-FEPADE REGIONAL LA UNIÓN.

Año de Publicación: 2016.

País: El Salvador.

2.3. JUSTIFICACIÓN

En El Salvador, la prioridad para la gestión de residuos sólidos se ha concentrado en las áreas urbanas, dada la alta densidad poblacional y la consiguiente concentración de generación de desechos y riesgo que ello conlleva para la salud humana y el medio ambiente.

Los datos de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM, 2019, a escala nacional identifica 1, 938,530 hogares, de los cuales el 61.7% pertenece a la zona urbana y el 38.3% a la zona rural. Según la misma encuesta, a nivel nacional el 52.9% de los hogares se deshacen de la basura que no reciclan mediante **recolección domiciliaria pública**, el 35.6% la quema, el 5.6% la deposita en cualquier lado.

A nivel de área rural, el 71.6% de los hogares se deshacen de la basura no reciclada principalmente quemándola, el **12.6% cuenta con recolección domiciliaria pública** y el 9.9% la deposita en cualquier lado.

En el área urbana el **76.5% lo hace mediante recolección domiciliaria pública**, seguida de la quema 14.4%, y el 4.4% la deposita en contenedores y el 3.1% la deposita en cualquier lado.



Ilustración 1. El Salvador: Hogares por tipo de tratamiento de basura no reciclada, según área geográfica (Porcentaje).

Fuente: EHPM - 2019

Según el Segundo Censo Nacional de Manejo de desechos sólidos, realizado por el MARN y realizado en 2006 y actualizado en 2019, muestra que el 80 % de los municipios (210) poseen el servicio de recolección de desechos sólidos. Además, Se estima que en total la cantidad de desechos sólidos producida en el área urbana de los municipios asciende a la cantidad de 3,186.97 toneladas diarias. Por regiones, la producción de desechos se concentra en la zona paracentral con un total de 2,369.83 ton/día, la zona poniente produce un total de 431 toneladas diarias y la zona oriente un total de 386.14 toneladas diarias. [3]

Tabla 2: Cantidad de municipios que poseen o no servicio de recolección y transporte de desechos sólidos

Descripción	Cantidad	Porcentaje %
Municipios analizados	262	100
Municipios que poseen servicio de recolección y transporte de desechos sólidos.	210	80
Municipios que no poseen servicio de recolección y transporte de desechos sólidos.	52	20

Fuente: Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales MARN-BID 1209/OC-ES 2006

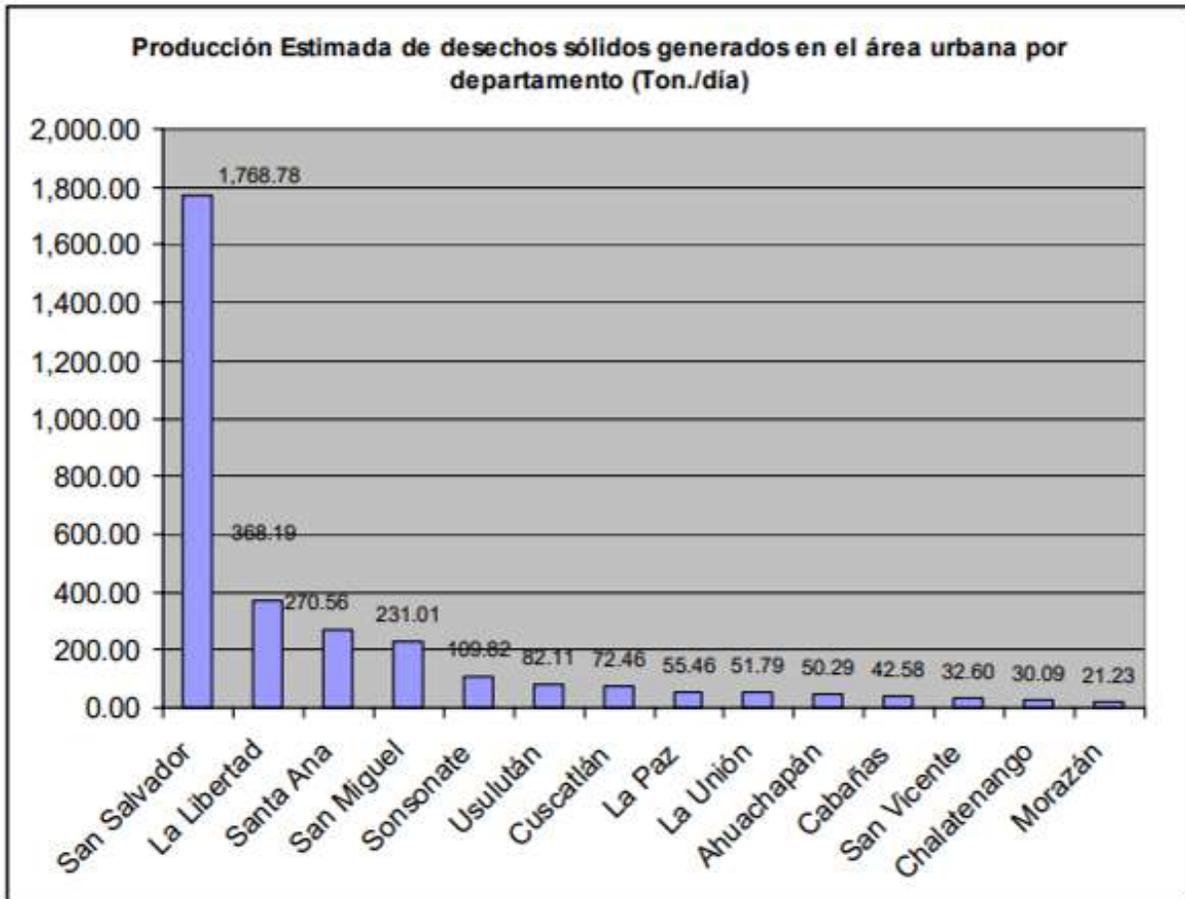


Ilustración 2. Producción estimada de desechos sólidos generados en el área urbana por departamento (ton/día)

Fuente: Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales MARN-BID 1209/OC-ES 2019

En el departamento de La Unión, el municipio de La Unión es el principal generador de desechos sólidos con una producción estimada de 22.58 ton/día, equivalentes a un 43% de la producción de todo el departamento, en un segundo lugar se encuentra el municipio de Santa Rosa de Lima con una generación estimada de 13.38 ton/día y el municipio de San Alejo con 2.71 ton/día, que corresponden al 26 y 5% respectivamente. En total en el departamento se estima que se generan 51.79 ton/día, de los cuales se recolectan 41.05 ton/día. La cobertura en la mayoría de los municipios es superior al 80%, en los municipios de Conchagua, Lislique, San Alejo y Santa Rosa de Lima la cobertura presenta un valor del 100%, el municipio de El Carmen reporta viviendas servidas en el área rural. [3]

Sistema de recolección y transporte

El transporte está referido al traslado del último centro de acopio dentro del municipio, en algunos casos con los mismos vehículos utilizados para la recolección; hasta el lugar donde se dará su tratamiento final; para lo cual se disponen de diversos medios, dependiendo de la capacidad económica del municipio;

camiones compactadores, transporte articulado, camiones de volteo y estaca, pick up, y hasta carretas tiradas por animales. [4]

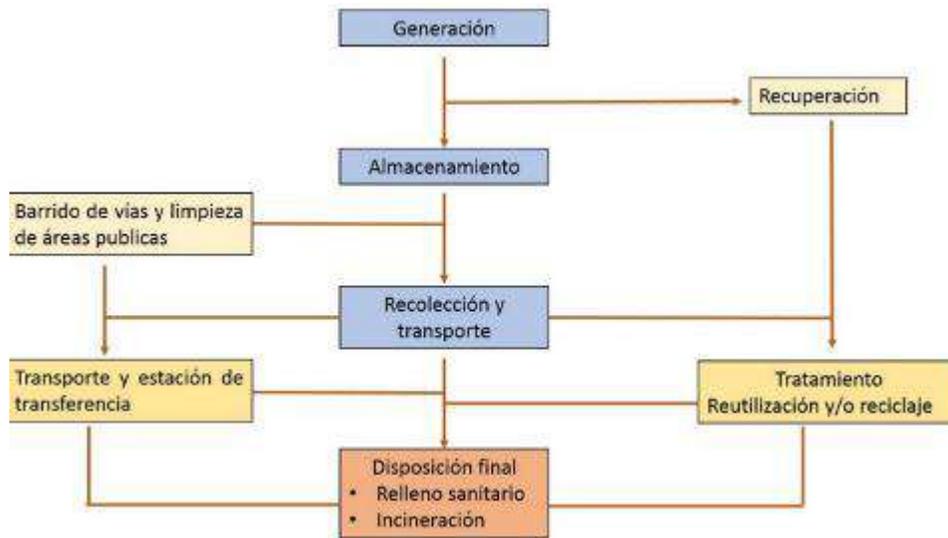


Ilustración 3. Esquema empleado para el manejo de los desechos sólidos

Fuente: Estudio de los desechos sólidos urbanos generados en la Zona Oriental de El Salvador 2013

Los datos anteriores muestran la importancia que representa el servicio de recolección municipal como elemento clave para dar tratamiento adecuado a los desechos sólidos y contribuir a disminuir la contaminación y la prevención de enfermedades. Tal recolección no sería posible sin vehículos, por tal motivo es importante y necesario desarrollar un sistema para la gestión eficiente de las flotas vehiculares dedicada a este rubro, de manera que permita optimizar los recursos y mejorar el servicio prestado a la población.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos que permita optimizar los recursos y mejorar el servicio en la Alcaldía Municipal de La Unión.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar un diagnóstico que permita identificar la estrategia empleada actualmente en la utilización de los vehículos para la recolección de desechos sólidos.

2. Diseñar los procesos logísticos para una gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos, que permita mejorar el servicio que brinda actualmente en la Alcaldía Municipal de La Unión.
3. Elaborar una plataforma que permita controlar y optimizar los procesos contemplados en el sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular.

4. HIPÓTESIS

Pregunta problema

¿De qué manera la gestión actual de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos reduce la eficiencia del servicio que brinda la Alcaldía Municipal de La Unión?

5. MARCO TEÓRICO

5.1. LOGÍSTICA

Concepto de Logística

La logística se define como esa parte de la gestión de la cadena de abastecimiento que planea, implementa y controla el flujo eficiente y efectivo de materiales hacia delante y hacia atrás, el almacenaje de bienes, la prestación de servicios y la información relacionada entre un punto de origen y un punto de consumo con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Ballou, Ronald (2011) considera que la logística *"es un área que se encuentra inmersa en la cadena de abastecimiento, cuya disciplina "planifica, dirige y controla el flujo de materiales, suministros, insumos y productos terminados, así como su almacenamiento eficiente, para satisfacer adecuadamente los requerimientos exigidos por los clientes."* [5]

Importancia de la Logística

La logística es un ámbito muy importante para la organización, debido al impacto que tiene en la productividad, rentabilidad y competitividad. Todas las empresas deben considerar que los factores ajenos a la producción de bienes o a la prestación de servicios, son importantes para el éxito de la gestión organizacional, de allí que se analizan de manera separada, como una disciplina científica de gran relevancia.

Bowersox, D. Closs, D. Cooper, M. (2012) expresan que *"una de las importancias de la logística también es trabajar en colaboración con los clientes y en forma anticipada acerca del problema presentado, lo cual elimina la sorpresa de una falla invisible."* [6]

Así, por ejemplo, de una buena planificación, ejecución y control de las actividades logísticas, depende que una organización cuente con material disponible para satisfacer sus requerimientos de producción de bienes o para la prestación de servicios, así también para mantener productos para la venta para colmar las exigencias de los clientes o entregar la mercadería en el tiempo oportuno, maximizando la satisfacción de los canales de comercialización, los usuarios y los consumidores finales.

Beneficios de la Logística

Según Carro Roberto y González Daniel (2010) *"la logística ofrece varios beneficios como por ejemplo contar con disponibilidad para satisfacer los requerimientos internos de la producción y los procesos de entrega a los canales de comercialización y a los clientes, con el propósito de facilitar el tratamiento de los pedidos."*[7]

La logística es un área de gran interés para los administradores, quienes deben utilizarla como una estrategia para mejorar permanente la calidad de los procesos corporativos y maximizar de la satisfacción de los clientes. La logística es entonces beneficiosa para las corporaciones, porque impacta en la rentabilidad y competitividad de sus operaciones, pero también tiene un impacto positivo en la satisfacción de los usuarios o consumidores finales.

Sistema Logístico

Un sistema logístico es un conjunto interrelacional de recursos, procedimientos y métodos que permiten mantener la logística de la empresa dando solución a un problema logístico. Para ello consigue que los elementos interactúen con los recursos logísticos ordenadamente para conseguir los objetivos previstos.

El sistema logístico tiene la característica principal de ser un sistema abierto que se relaciona con el entorno. Esta característica puede afectar al desempeño del sistema. Por ende, es interesante tener en cuenta los factores económicos, políticos y tecnológicos del entorno cuya influencia puede ser determinante. Esto es debido al ambiente que lo rodea, las fronteras entre el sistema y el entorno, las entradas y salidas del sistema y el proceso de retroalimentación. A través de ello se genera información sobre el funcionamiento del sistema y se introduce como entrada para realizar el ajuste de las actividades. Por otro lado, es necesario considerar las características específicas del entorno. Están relacionadas con el cumplimiento de la misión de la empresa teniendo en cuenta el tipo y número de unidades, operaciones que se ejecutan o elementos logísticos disponibles, entre otros. [8]

5.2. GESTIÓN EN LA FLOTA DE VEHÍCULOS

Definición

La gestión de una flota es la utilización de un conjunto de vehículos con el objetivo de prestar un servicio a un tercero o realizar una actividad en una organización, de la forma más eficiente y eficaz cumpliendo con un determinado nivel de servicio y coste.

La gestión de una flota de vehículos es un aspecto clave para el desarrollo de la estrategia general de una organización, y por lo tanto ha de ser diseñada e implementada a partir de las directrices de la misma, y las características y objetivos de la organización. [9]

Flota de Vehículos

Se denomina "flota de transporte" a un conjunto de vehículos destinados a transportar mercancías o personas y que dependen económicamente de la misma empresa. El transporte profesional por carretera, tanto de pasajeros como de mercancías, es esencial para garantizar un adecuado desarrollo social y económico en nuestro país, así como para el logro de una mayor cohesión del territorio.

Clasificación de las Flotas de Vehículos

Se pueden distinguir tres tipos de flotas según **SU TAMAÑO**:

- **Flotas pequeñas:** normalmente de carácter familiar con un propietario autónomo y algunos conductores familiares o asalariados. Suelen tener hasta 5 o 6 vehículos y la mayor parte de su trabajo lo hacen para un cliente o una gran empresa. El departamento de tráfico es poco importante y suele ser el propietario de la empresa el responsable de su actividad. El consumo de carburante es muy variable y difícil de cuantificar.

- **Flotas medianas:** con un número de 6 a 30 vehículos. Suele tratarse de pequeñas empresas familiares que han crecido aprovechando una buena gestión y especializándose en nichos de mercado o mercados emergentes. Estas empresas suelen tener ya una amplia cartera de clientes en los ámbitos nacional e internacional. Cuentan con un departamento de tráfico de relieve, gestionado por una persona de confianza de la dirección. A medida que aumenta el número de vehículos, la estructura de la empresa puede crecer hasta tener talleres de reparación, almacenes y depósitos de carburante propios.

- **Flotas grandes:** son empresas que cuentan con un elevado número de vehículos. Los vehículos pueden ser propios o subcontratados a autónomos. Pueden llegar a tener delegaciones en diferentes lugares del país y actúan en muchas ocasiones como operadores logísticos y de distribución de grandes marcas. Suelen tener vehículos de diferentes tipos para diferentes servicios de transporte.

Es habitual que las flotas de vehículos industriales, tanto de autobuses como de mercancías, se especialicen en un servicio de transporte. Ello les permite competir en su nicho de mercado con mayor eficiencia, como por ejemplo en servicios discrecionales o servicios regulares de larga o corta distancia en el caso de autobuses y servicios de transporte de mercancías peligrosas, frigoríficos, cajas basculantes, cisternas o pescado en el caso de camiones. Sin embargo, otros criterios empresariales pueden recomendar la diversificación o la disposición de vehículos específicos para requerimientos especiales.

Dependiendo del tipo de servicio que presten, diferenciamos entre transporte de mercancías y transporte de personas.

Los vehículos de una flota de transporte de mercancías se suelen clasificar **SEGÚN LA FORMA DE ORGANIZAR LAS CARGAS** en los siguientes tipos:

- Carga general, paletizada o no paletizada, cargas grandes y pesadas, cargas frigoríficas, etc.
- Cargas especiales, como góndolas y plataformas para vehículos de gran tonelaje.
- Cargas a granel con cajas abiertas, bañeras basculantes, hormigoneras, tolvas, silos o cisternas.

Los vehículos de las flotas de transporte de pasajeros se pueden clasificar **SEGÚN SU ÁMBITO DE UTILIZACIÓN** en:

- Urbanos: realizan la mayor parte del recorrido por ciudad.
- Extraurbanos: Pueden ser de:
 - Larga distancia: se caracterizan por recorridos interurbanos.
 - Corta distancia: se caracterizan por recorridos mixtos

Además, existen tres tipos de categorías de flotas de vehículos **SEGÚN LA MANERA DE DISTRIBUIR LA CARGA**, y que son las siguientes:

1. **Flotas que realizan rutas planificadas (Vehicle Routing Problem-VRP):** la demanda que origina la prestación del servicio son unos puntos de recogida y/o entrega repartidos en un ámbito

geográfico, los cuales tienen asociado una cantidad de mercancías, residuos, pasajeros etc. a repartir y/o recoger en un determinado periodo de tiempo (nivel de servicio) como horas, un día, una semana etc. y que en algunos casos el servicio ha de realizarse en unas determinadas ventanas horarias. Ejemplos de este tipo de flotas son las siguientes: reparto y/o recogida de mercancías y/o pasajeros, limpieza viaria, recogida de basuras o actividades postales y de correo.

2. **Flotas que tienen una demanda aleatoria de los vehículos:** la demanda que origina la prestación del servicio es la utilización aleatoria de los vehículos de la flota en el tiempo en un ámbito geográfico como personas que utilizan el vehículo para trasladarse geográficamente (compañías de alquiler de vehículos, servicio de taxis o car sharing) o incidencias que hay que atender como bomberos, policía, accidentes de tráfico, servicio de grúa o ambulancias. En este tipo de caso los clientes o usuarios pueden que tengan que realizar una cola de espera para la utilización de cualquier vehículo de la flota.
3. **Flotas que tienen asignado un vehículo a un conductor/usuario o a una actividad a realizar de forma permanente:** la demanda que origina la prestación del servicio es un vehículo asignado a un conductor/usuario o a una actividad a realizar, no habiendo rutas que realizar o demanda aleatoria como en los dos casos anteriores.

Costes de la Flota de Vehículos

Los costes de la flota de vehículos se clasifican en los siguientes tipos:

- **Costes directos:** son los costes en los que incurre un vehículo por su posesión y explotación, y se dividen en dos subcategorías como:
 - **Costes fijos:** son los costes en los que se incurren independientemente de que el vehículo se utilice o no, y se computan por unidad de tiempo, normalmente un año natural.
 - **Costes variables de operación:** son los costes en los que se incurren por la actividad del vehículo, y se computan por los kilómetros recorridos u horas de utilización.
- **Costes indirectos:** son los costes que no se pueden imputar a un vehículo por su posesión y explotación, pero que se producen en la gestión de la flota de vehículos, como son el software de gestión de la flota de vehículos, el hardware, el personal involucrado en la gestión de la flota de vehículos o la infraestructura necesaria (oficinas, parking o depósitos de combustible).

Los costes fijos de la flota de vehículos son aquellos en los que incurrimos por la posesión de los vehículos y se dividen en costes de capital y costes de operación.

- **Costes de capital:** son los costes de adquisición y forma de financiación del vehículo, y se dividen en la depreciación y financiación.
- **Depreciación:** es el decremento en el valor de adquisición del vehículo, equipos auxiliares o carrozados a lo largo de su periodo de utilización. Dependiendo de la forma de financiación este decremento es igual a la amortización durante la vida útil o a un periodo inferior

La depreciación del vehículo depende de las siguientes variables:

- **El kilometraje del vehículo:** cuanto mayor es el kilometraje, mayor es la depreciación.

- **La edad del vehículo:** cuanto menor es la edad del vehículo, mayor es la depreciación, los vehículos nuevos se deprecian más rápido que los de más edad.
 - **El estado del vehículo:** si el vehículo tiene desperfectos en la carrocería, averías no arregladas, etc. la depreciación es mayor.
 - **La demanda del vehículo en el mercado de segunda mano:** si el vehículo tiene una gran demanda en el mercado de segunda mano, la depreciación es menor.
- **Financiación:** es la suma de los costes de financiación del vehículo, equipos auxiliares o carrozados en un año. La financiación del vehículo se puede realizar principalmente en las siguientes modalidades: si el vehículo se ha adquirido mediante un crédito o préstamo será la cuota anual de los intereses del mismo; o si la organización ha emitido su propia deuda será la suma de los intereses anuales que se pagan a los compradores de la misma; si la organización utiliza sus propios fondos propios habría que calcular el coste de oportunidad de invertir los recursos en otra inversión Si el vehículo, equipos auxiliares o carrozados se han adquirido mediante la modalidad de renting/leasing el coste de adquisición y financiación está incluido en la cuota anual.

- **Costes de operación**

Los costes de operación son los siguientes:

- **Conductores de los vehículos:** es el coste anual en bruto para la organización de los conductores de los vehículos destinados a la prestación del servicio, en España se incluye el salario en bruto más las aportaciones a la seguridad social.
- **Seguros:** es el coste anual de los seguros del vehículo, equipos auxiliares, carrozados, conductor o mercancía.
- **Impuestos y tasas:** es el coste anual de impuestos y tasas como la inspección técnica de vehículos (ITV), tarjeta de transporte, el impuesto de vehículos de tracción mecánica, revisión del tacógrafo, impuestos especiales sobre determinados medios de transporte o autorizaciones.

Los costes variables de operación de la flota son aquellos en los que se incurren por la utilización de los vehículos. Hay que diferenciar entre dos tipos de costes directos variables, aquellos en los que se incurren obligatoriamente por la utilización de los vehículos, y aquellos en los que se puede incurrir o no por la utilización de los vehículos y que dependen de la operativa del servicio, y de cómo la flota es gestionada.

- **Costes ineludibles**

Los costes ineludibles de la flota de vehículos son aquellos en los que se incurre por la utilización de los vehículos, y son los siguientes:

- **Combustible:** es el coste anual del combustible de los vehículos y equipos auxiliares.
- **Neumáticos:** es el coste anual de la adquisición y reparación de los neumáticos.
- **Mantenimiento:** es el coste anual de los mantenimientos planificados según el fabricante del vehículo y de los mantenimientos preventivos, y han de incluir la mano de hora, los repuestos y lubricantes.
- **Averías:** es el coste anual de las averías y han de incluir la mano de hora, los repuestos y lubricantes.
- **Accidentes:** es el coste anual de los accidentes de tráfico y han de incluir los costes de reparación del vehículo, así como las indemnizaciones a terceros que pague nuestra organización.

- **Costes eludibles**

Los costes eludibles de la flota de vehículos son aquellos en los que se puede incurrir o no en la utilización de los vehículos, y dependen de la operativa del servicio y de cómo la flota es gestionada, y son los siguientes:

- **Multas de Tráfico:** son el coste total de las multas de tráfico por diversos motivos que comenten los conductores de los vehículos.
- **Peajes:** es el coste anual correspondiente al pago de peajes, se deberá utilizar las autovías del peaje si es necesario para cumplir el nivel de servicio o por ser más seguras.
- **Dietas del conductor:** es el coste anual de los conductores de los vehículos por el desplazamiento fuera de su lugar de residencia por un periodo determinado de tiempo.
- **Incentivos:** son los incentivos que se pagan a los conductores de los vehículos por diversos motivos como la reducción del consumo de combustible o el reporte de los accidentes de tráfico.

5.3 GESTIÓN DEL TRANSPORTE

Definición

La gestión del transporte consiste en controlar mediante una estrategia determinada la elección de los medios de transporte a utilizar y la programación de los movimientos a emplear. Esto permite implementar tareas propias del sector logístico que responden a diferentes fases.

- Planificación
- Aprovisionamiento
- Producción
- Distribución
- Servicio al cliente

Es decir, la gestión de transporte permite asegurar la solidez y eficacia de los flujos, ya sea en las redes de distribución, los almacenes o cualquier otro elemento o agente que influya en los procesos de transporte.

Ventajas

Aplicar una estrategia de gestión de transporte ofrece unas ventajas que, en conjunto, mejoran el resultado de la actividad logística en donde se aplica. Algunos de los beneficios concretos son los siguientes.

- **Ahorro de recursos y costes:** Contar con una estrategia de gestión de transporte permite optimizar los recursos disponibles y, de esta forma, reducir los costes finales.
- **Mayor seguridad:** La gestión de transporte permite ofrecer mayor seguridad en los procesos de transporte, tanto internos como externos.
- **Mejor calidad en el servicio prestado:** Al gestionar el transporte mediante una estrategia concreta, se consigue prestar un mejor servicio, lo que repercute de forma satisfactoria en la experiencia del cliente.

- **Mejor capacidad de respuesta ante imprevistos:** Al tener un mayor control sobre los procesos de transporte, se puede responder de forma más efectiva ante posibles problemas o imprevistos durante el proceso.
- **Mayor productividad:** Gracias a todo lo anterior, el resultado final es que una empresa logística que cuente con una estrategia de gestión de transporte será más productiva que otra que no cuente con ella, por lo que obtendrá mayores beneficios en su conjunto.

5.4 RUTAS DE TRANSPORTE

Definición

Una ruta de transporte es el recorrido que realiza el transportista durante la distribución y/o entrega de mercancía. En este sentido, la ruta de transporte debería funcionar de tal forma que la empresa pueda minimizar los costes de transporte y el uso de la flota, tanto como sea posible. También, debería permitir reducir óptimamente la distancia y el tiempo del recorrido de la ruta punto a punto. [10]

Tipos de Rutas de Transporte.

Los tipos de rutas de transporte pueden organizarse en dos categorías de acuerdo con el destino:

- **Ruta de transporte de distribución capilar:** en este tipo de ruta el transporte de mercancías llega hasta donde está el cliente final. Esta logística de entrega de última milla se lleva a cabo dentro de los cascos urbanos.
- **Ruta de transporte de larga distancia:** son aquellos tipos de rutas de transporte donde grandes cantidades del producto son trasladadas por camiones u otros medios, a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, de acuerdo con la estrategia de planificación los tipos de rutas de transporte pueden ser:

- **Rutas de transporte fijas:** son rutas de circuito cerrado que no están sujetas a cambio, donde los puntos de recolección y los puntos de entregas pueden ser continuos o discontinuos por un tiempo determinado.
- **Rutas de transporte dinámicas:** estas rutas atienden a las distintas necesidades cambiantes del cliente, existiendo la posibilidad de reprogramarse. Es decir, se aprovecha de mejor forma el tiempo, las distancias recorridas y la unidad de transporte de productos.

Planificación de Rutas

La planificación de rutas es la gestión de las rutas que se van a realizar de forma previa a que se ejecuten. Es decir, consiste en preparar de antemano los recorridos que llevarán a cabo las mercancías en los distintos procesos logísticos que se deberán llevar a cabo.

La planificación de rutas cumple un papel fundamental en la gestión de transporte, ya que permite hacer que dichas rutas sean lo más eficientes posible. Por ejemplo, gracias a la gestión de rutas, se realizan recorridos más cortos, optimizando los despachos y reduciendo el coste derivado de combustible y tiempo de trabajo. Además, esto no solo repercute en el ahorro para la empresa logística, sino que también permite mejorar de forma considerable los tiempos y el servicio prestado a los clientes.

Optimización de Rutas

La optimización de rutas es un proceso logístico con el objetivo de garantizar el mejor servicio al menor coste, respetando las distintas limitaciones legales y comerciales. Los programas de optimización de rutas con potentes algoritmos son soluciones de apoyo a la toma de decisiones que simulan escenarios de rutas con el fin de seleccionar una solución óptima basada en criterios definidos.

5.5 DESECHOS SÓLIDOS

Definición

Son aquellos materiales no peligrosos, que son descartados por la actividad del ser humano o generados por la naturaleza, y que, no teniendo una utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables. [11]

Clasificación

Con el objeto de facilitar su separación, manejo y aprovechamiento, los residuos se clasifican en:

- a) Residuos Municipales.
- b) Residuos de Manejo Especial.
- c) Residuos Peligrosos.

Asimismo, los residuos pueden catalogarse como orgánicos e inorgánicos, y como aprovechables y no aprovechables.

Residuos Municipales

Los residuos municipales, en adelante RM, corresponden a los generados en actividades realizadas en las casas de habitación, las oficinas públicas o privadas, los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos; así como los que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos comerciales e industriales, siempre que posean características similares a los de las casas de habitación y que no sean considerados como residuos de manejo especial y peligrosos. Se incluye en esta disposición, los generados por eventos en lugares públicos.

Residuos de Manejo Especial

Los residuos de manejo especial son aquellos que tienen características de gran volumen, difícil manejo, tamaño y composición y, por ende, requieren de una gestión con características diferentes a las convencionales consideradas en el servicio de recolección Municipal.

Se clasifican de la siguiente manera:

- a) Chatarra.
- b) Desperdicios producidos por construcción, remodelación, mantenimiento y demolición en general. Exceptuando aquellos con características peligrosas, como, por ejemplo, materiales con asbesto u otros establecidos en los Convenios Internacionales ratificados por el país.
- c) Aparatos eléctricos y electrónicos excluidos en el Convenio de Basilea.

d) Llantas usadas.

e) Residuos de gran volumen: colchones, muebles, podas, entre otros.

f) Los residuos no peligrosos, pero que, por su tamaño, volumen y composición, necesitan de un manejo especial. El listado de estos residuos será elaborado, actualizados y publicados por el MARN en coordinación con las municipalidades.

Residuos Peligrosos

Los residuos peligrosos, son aquellos que, en estado sólido, líquido o gaseoso, poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contienen agentes biológicos infecciosos que les confieran peligrosidad, así como materiales, envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan estado en contacto con residuos o material peligroso.

Asimismo, se consideran como residuos peligrosos los catalogados en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligroso y su Eliminación, el Acuerdo Regional Centroamericano sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos, el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y sus respectivos anexos y normativa vigente sobre la materia.

Además, se consideran residuos peligrosos aquellos productos que no siéndolo, adquieren las características de estos a través del uso, siendo responsabilidad del generador bajo el cual se da la transformación su adecuada gestión.

Los residuos peligrosos serán gestionados según lo establecido en la Ley de Medio Ambiente, el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos y Convenios Internacionales suscritos sobre la materia.

En el caso de los residuos bioinfecciosos, serán gestionados de conformidad a las disposiciones contenidas en el Código de Salud y el Reglamento Técnico Salvadoreño para el manejo de los desechos bioinfecciosos.

Recolección de Desechos Sólidos

Acción de recoger y trasladar los desechos generados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, reúso o a los sitios de disposición final. [11]

Prestatario del Servicio de Recolección [3]

Los municipios de El Salvador brindan el servicio de recolección de seis diferentes formas:

1. **El servicio de recolección es brindado directamente por la municipalidad:** esto significa que los materiales y equipo son propiedad de la municipalidad y el recurso humano y costos son pagados por la alcaldía.
2. **El servicio de recolección es a través de un particular:** generalmente por contrato, aunque éstos en su mayoría son acuerdos verbales. Representa que la municipalidad paga al transporte, que incluye el motorista y la tripulación, un monto estipulado, que puede ser un pago por viaje, por mes o por día.
3. **El servicio de recolección es compartido:** esto quiere decir que la municipalidad alquila el transporte y la tripulación de aseo son empleados municipales. Generalmente el dueño del transporte incluye al motorista para trabajar con la cuadrilla municipal.

4. **El servicio de recolección es mixto:** la existencia de cuadrillas con equipo y recursos de la municipalidad y cuadrillas dadas por contrato. Esta modalidad se da principalmente en las ciudades grandes donde la demanda del servicio es más exigente y optan por conseguir los recursos en el mercado.
5. **El servicio de recolección es mixto y compartido:** parecida a la anterior, con la diferencia que el privado contratado utiliza la cuadrilla municipal. Esto sucede en las ciudades medianamente grandes que tienen los vehículos de recolección en pésimo estado y rentan el transporte para brindar el servicio.
6. **Acuerdos intermunicipales:** la existencia de acuerdos entre alcaldías donde el equipo de aseo público hace la recolección en la alcaldía vecina sin hacer ningún cobro.

5.6 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación de los Estados Unidos de América, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo. A todo el que cuente con un receptor del GPS, el sistema le proporcionará su localización y la hora exacta en cualesquiera condiciones atmosféricas, de día o de noche, en cualquier lugar del mundo y sin límite al número de usuarios simultáneos.

Ventajas de Utilizar GPS en la Flota Vehicular

Obtener información en tiempo real

Un GPS te entregará información remota respecto a los kilómetros recorridos por cada camión, su ubicación real, cualquier desvío que el conductor realice y además te permitirá determinar el tiempo restante para llegar a destino o realizar entregas.

Generar rutas eficientes

Utilizando la información y los registros obtenidos mediante GPS puedes determinar cuáles rutas son más eficientes y generar planes de trabajo que faciliten el ahorro de tiempo y recursos, mejorando la planificación logística.

Prevenir el robo de combustible

Usando dispositivos GPS puedes llevar control del combustible restante en cada tanque y las variaciones en cuanto a litros o galones. Por lo anterior ante cualquier desvío imprevisto, intento por acceder al motor o fallas del vehículo, es posible detectar anomalías asociadas al robo de este recurso.

Monitorear la temperatura de los vehículos

Los dispositivos GPS incorporan un sensor que te ayudará a medir la temperatura de tu carga. Esta función es de gran utilidad cuando se transporta carga que necesita mantener un rango de grados Celsius para su óptimo funcionamiento o uso

Mejorar las condiciones de seguridad

Gracias a funciones como detección temprana y activación de alarma en caso de fatiga del conductor, sensor de distancia entre vehículos y las líneas de la carretera, alertas respecto a apertura de puertas y exceso de velocidad, entre otras, contarás con una herramienta efectiva y prevenir accidentes de tránsito.

5.7 INDICADOR DE RENDIMIENTO

Un KPI (siglas de Key Performance Indicator), que en castellano podríamos llamar indicador de rendimiento o desempeño es un valor medible que informa si nuestra empresa es eficaz en la consecución de sus objetivos principales. Dentro de una empresa los KPI pueden utilizarse en diferentes áreas o a diferentes niveles para evaluar si se alcanzan o no los objetivos a nivel general de la empresa o en un departamento, un producto o un proceso concreto.

Al final todos estos KPI se recogen y organizan en un cuadro de mandos para aportar una visión amplia de la consecución de los objetivos de la empresa.

Pero medir cualquier cosa no lo convierte en un KPI. Toda empresa debe definir sus KPI's tras disponer un plan de negocio y tener claros, cuantificados y ajustados sus objetivos empresariales.

5.8 MODELO DE PROGRAMACIÓN EXTREMA PARA GESTIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

La programación extrema o eXtreme Programming (XP) es un enfoque de la ingeniería de software formulado por Kent Beck, autor del primer libro sobre la materia, "Extreme Programming Explained: Embrace Change" (1999). Es el más destacado de los procesos ágiles de desarrollo de software. Al igual que éstos, la programación extrema se diferencia de las metodologías tradicionales principalmente en que pone más énfasis en la adaptabilidad que en la previsibilidad. Los defensores de XP consideran que los cambios de requisitos sobre la marcha son un aspecto natural, inevitable e incluso deseable del desarrollo de proyectos. Creen que ser capaz de adaptarse a los cambios de requisitos en cualquier punto de la vida del proyecto es una aproximación mejor y más realista que intentar definir todos los requisitos al comienzo del proyecto e invertir esfuerzos después en controlar los cambios en los requisitos.

Se puede considerar la programación extrema como la adopción de las mejores metodologías de desarrollo de acuerdo a lo que se pretende llevar a cabo con el proyecto, y aplicarlo de manera dinámica durante el ciclo de vida del software.

Principios

- **Retroalimentación a escala fina:** El principio de pruebas: se tiene que establecer un período de pruebas de aceptación del programa (llamado también período de caja negra) donde se definirán las entradas al sistema y los resultados esperados de estas entradas. Es muy recomendable automatizar estas pruebas para poder hacer varias simulaciones del sistema en funcionamiento. Para hacer estas simulaciones automatizadas, se pueden utilizar Ambientes de Prueba (Unit testing frameworks). Un buen ejemplo de un ambiente de prueba es el JUnit para Java (www.junit.org/index.htm). Otros ambientes de pruebas para otros lenguajes como C, C++, JavaScript, XML y servicios Web pueden encontrarse en www.xprogramming.com/software.htm.
- **Proceso de planificación:** en esta fase, el usuario tendrá que escribir sus necesidades, definiendo las actividades que realizará el sistema. Se creará un documento llamado Historias del usuario (User Stories). Entre 20 y 80 historias (todo dependiendo de la complejidad del problema) se consideran suficientes para formar el llamado Plan de Liberación, el cual define de forma específica los tiempos de entrega de la aplicación para recibir retroalimentación por parte del usuario. Por regla general, cada una de las Historias del usuario suelen necesitar de una a tres semanas de desarrollo.

- **El cliente en el sitio:** se le dará poder para determinar los requerimientos, definir la funcionalidad, señalar las prioridades y responder las preguntas de los programadores. Esta fuerte interacción cara a cara con el programador disminuye el tiempo de comunicación y la cantidad de documentación, junto con los altos costes de su creación y mantenimiento. Este representante del cliente estará con el equipo de trabajo durante toda la realización del proyecto.
- **Programación en parejas:** uno de los principios más radicales y en el que la mayoría de los gerentes de desarrollo pone sus dudas. Requiere que todos los programadores XP escriban su código en parejas, compartiendo una sola máquina. De acuerdo con los experimentos, este principio puede producir aplicaciones más buenas, de manera consistente, a iguales o menores costes.

Fases de la Programación Extrema

1ª Fase: Planificación del Proyecto.

- Historias de usuario.
- Release planning.
- Iteraciones.
- Velocidad del proyecto.
- Programación en pareja.
- Reuniones diarias.

2ª Fase: Diseño.

- Diseños simples.
- Glosarios de términos.
- Riesgos.
- Funcionalidad extra.

3ª Fase: Codificación.

4ª Fase: Pruebas.

5.9 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PHP

PHP es un lenguaje interpretado del lado del servidor que surge dentro de la corriente denominada código abierto (open source). Se caracteriza por su potencia, versatilidad, robustez y modularidad. Al igual que ocurre con tecnologías similares, los programas son integrados directamente dentro del código HTML. En este libro se explicará en detalle la sintaxis y el funcionamiento de este lenguaje, de momento se realiza a continuación una breve comparativa con las otras tecnologías del lado del servidor descritas previamente. Comparado con ASP, la principal ventaja de PHP es su carácter multiplataforma. Por otro lado, los programas en ASP resultan más lentos y pesados, y también menos estables. En los entornos Microsoft la ventaja de ASP es que los servidores web de Microsoft soportan directamente ASP sin necesidad de ninguna instalación adicional. En definitiva, PHP es uno de los lenguajes más utilizados actualmente en el desarrollo

de aplicaciones web y viene experimentado un constante crecimiento en su nivel de utilización en Internet. Este libro trata de humildemente contribuir a continuar con el proceso de difusión de esta tecnología. [12]

Características de PHP

- Es de propósito general. Aunque está especializado en la programación de sitios web dinámicos, se puede usar PHP para acceder y manejar una base de datos, generar cálculos aritméticos (con scripts), comunicarse entre un servidor y un cliente, etc.
- Puedes hacer blogs, foros, aplicaciones dinámicas.
- Es un lenguaje con una curva de aprendizaje baja, se aprende rápidamente, aunque eso hace que tenga mala fama, por ejemplo, en la declaración de variables porque no se define un tipo de datos.
- Con PHP 5 tienes programación orientada a objetos, así que tiene la base de la programación que se usa hoy en día.
- Soporte para base de datos, específicamente con MySQL. También tiene un buen soporte con PostgreSQL, SQLite y Oracle. El acceso se hace mediante librerías o extensiones ya configuradas, que ayudan en la escritura del código.
- Creación de WebServices, mediante SOAP.
- Es un lenguaje interpretado, es decir, no se compila. Además, el código se almacena en el servidor, por ejemplo, dentro de una página web.
- Tiene una sintaxis parecida al C.
- Es multiplataforma. Podemos tener un servidor de PHP en multitud de sistemas operativos, como Linux, Mac OS X, Windows.
- Es de código libre, así que hay un buen soporte, además de mucha información por internet.
- Amplia documentación oficial, y no oficial como en GitHub o StackOverflow.
- Existen otros protocolos y servicios que puedes comunicarte mediante php, correo con POP3 y SNMP, autenticación de dominio de Windows con LDAP, IMAP, etc.

5.10 BASES DE DATOS RELACIONALES

Por definición de los profesionales expertos y pioneros en el área de las bases de datos podemos citar que, “Una base de datos relacional es un repositorio compartido de datos. Para hacer disponibles los datos de una base de datos relacional a los usuarios hay que considerar varios aspectos. Uno es la forma en que los usuarios solicitan los datos: ¿cuáles son los diferentes lenguajes de consulta que usan, que es el lenguaje de consulta más ampliamente usado actualmente. Otro aspecto es la integridad de datos y la seguridad; las bases de datos necesitan proteger los datos del daño provocado por los usuarios, ya sean intencionados o no. El componente de mantenimiento de la integridad de una base de datos asegura que las actualizaciones no violan las restricciones de integridad que hayan especificado sobre los datos. El componente de seguridad de una base de datos incluye la autenticación de usuarios y el control de acceso para restringir las posibles acciones de cada usuario. Estos aspectos se presentan independientemente del modelo de datos,

pero se estudian en el contexto del modelo de datos relacional para ejemplificarlos. Las restricciones de integridad forman la base del diseño de bases de datos relacionales.” [13]

Para manipular la información se utiliza un lenguaje relacional, actualmente se cuenta con dos lenguajes formales el álgebra relacional y el cálculo relacional. El álgebra relacional permite describir la forma de realizar una consulta, en cambio, el cálculo relacional sólo indica lo que se desea devolver.

Características

- Una base de datos relacional se compone de varias tablas o relaciones.
- No pueden existir dos tablas con el mismo nombre ni registro.
- Cada tabla es a su vez un conjunto de registros (filas y columnas).
- La relación entre una tabla padre y un hijo se lleva a cabo por medio de las claves primarias y ajenas (o foráneas).
- Las claves primarias son la clave principal de un registro dentro de una tabla y éstas deben cumplir con la integridad de datos.
- Las claves ajenas se colocan en la tabla hija, contienen el mismo valor que la clave primaria del registro padre; por medio de éstas se hacen las relaciones

Gestor de Bases de Datos MYSQL

Un gestor de bases de datos es un programa diseñado para administrar bases de datos, y uno de los gestores que posee una gran cuota de usuarios a nivel mundial en la actualidad es MySQL. Citando que, “MySQL es la base de datos de código abierto más popular del mundo. Código abierto significa que todo el mundo puede acceder a un código fuente, es decir, a1 código de programación de MySQL. Todo el mundo puede contribuir para incluir elementos, arreglar problemas, realizar mejoras o sugerir optimizaciones. Y así ocurre, MySQL ha pasado de ser una "pequeña" base de datos a una completa herramienta y ha conseguido superar a una gran cantidad de bases de datos comerciales). Por lo tanto, su rápido desarrollo se debe a la contribución de mucha gente a un proyecto, así como a la dedicación del equipo de MySQL.” [14]

Características

Inicialmente, MySQL carecía de elementos considerados esenciales en las bases de datos relacionales, tales como integridad referencial y transacciones. A pesar de ello, atrajo a los desarrolladores de páginas web con contenido dinámico, justamente por su simplicidad.

Poco a poco los elementos de los que carecía MySQL están siendo incorporados tanto por desarrollos internos, como por desarrolladores de software libre. Entre las características disponibles en las últimas versiones se puede destacar:

- Amplio subconjunto del lenguaje SQL. Algunas extensiones son incluidas igualmente.
- Disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas.
- Posibilidad de selección de mecanismos de almacenamiento que ofrecen diferente velocidad de operación, soporte físico, capacidad, distribución geográfica, transacciones.
- Transacciones y claves foráneas.

- Conectividad segura.
- Replicación.
- Búsqueda e indexación de campos de texto.

Modelo de Programación Orientada a Objetos

Las tecnologías orientadas a objetos se han convertido en uno de los motores claves de la industria del software, sin embargo, esta tecnología no es como algunos innovadores pregonan diciendo que es nueva o novedosa. Realmente se trata de una vieja y madura tecnología que se remota a los años sesenta. Este enfoque de desarrollo implica la creación de modelos del mundo real y a construcción de programas informáticos basados en esos modelos.

Por lo tanto, podemos citar que, “La programación orientada a objetos es una extensión natural en la actual tecnología de programación y representa un enfoque nuevo y distinto al tradicional. Al igual que cualquier otro programa, el diseño de un programa orientado a objetos tiene lugar en la fase de diseño del ciclo de vida de desarrollo de software. El diseño de un programa orientado a objetos es único en el sentido de que se organiza en función de los objetos que manipulará.”

Es importante aclarar desde un principio la diferencia que existe entre programación orientada a objetos y un lenguaje orientado a objetos. La programación orientada a objetos es una “filosofía”, un modelo de programación, con su teoría y su metodología, que conviene conocer y estudiar, antes de nada. Un lenguaje orientado a objetos es un lenguaje de programación que permite el diseño de aplicaciones orientadas a objetos. Dicho esto, lo normal es que toda persona que vaya a desarrollar aplicaciones orientadas a objetos aprenda primero la “filosofía” (o adquiera la forma de pensar) y después el lenguaje, porque “filosofía” sólo hay una y lenguajes muchos. En este se verá brevemente los conceptos básicos de la programación orientada a objetos desde un punto de vista global, sin particularizar para ningún lenguaje de programación específico. [15]

Patrón de Desarrollo Modelo-Vista-Controlador

Modelo Vista Controlador (MVC) es un patrón o modelo de abstracción de desarrollo de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de negocio en tres componentes distintos. El patrón de llamada y retorno MVC se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página. El modelo es el Sistema de Gestión de Base de Datos y la Lógica de negocio, y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista.

Descripción del Modelo

De manera genérica, los componentes de MVC se podrían definir como sigue:

El Modelo. Es la representación de la información con la cual el sistema opera, por lo tanto, gestiona todos los accesos a dicha información, tantas consultas como actualizaciones, implementando también los privilegios de acceso que se hayan descrito en las especificaciones de la aplicación (lógica de negocio). Envía a la 'vista' aquella parte de la información que en cada momento se le solicita para que sea mostrada (típicamente a un usuario). Las peticiones de acceso o manipulación de información llegan al 'modelo' a través del 'controlador'.

El Controlador. Responde a eventos (usualmente acciones del usuario) e invoca peticiones al 'modelo' cuando se hace alguna solicitud sobre la información (por ejemplo, editar un documento o un registro en una base de datos). También puede enviar comandos a su 'vista' asociada si se solicita un cambio en la forma en que se presenta el 'modelo' (por ejemplo, desplazamiento o scroll por un documento o por los diferentes registros de una base de datos), por tanto, se podría decir que el 'controlador' hace de intermediario entre la 'vista' y el 'modelo'.

La Vista. Presenta el 'modelo' (información y lógica de negocio) en un formato adecuado para interactuar (usualmente la interfaz de usuario), por tanto, requiere de dicho 'modelo' la información que debe representar como salida.

Bootstrap Framework

Bootstrap es una biblioteca multiplataforma o conjunto de herramientas de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como extensiones de JavaScript adicionales. A diferencia de muchos frameworks web, solo se ocupa del desarrollo front-end.

Bootstrap tiene un soporte relativamente incompleto para HTML5 y CSS 3, pero es compatible con la mayoría de los navegadores web. La información básica de compatibilidad de sitios web o aplicaciones está disponible para todos los dispositivos y navegadores. Existe un concepto de compatibilidad parcial que hace disponible la información básica de un sitio web para todos los dispositivos y navegadores. Por ejemplo, las propiedades introducidas en CSS3 para las esquinas redondeadas, gradientes y sombras son usadas por Bootstrap a pesar de la falta de soporte de navegadores antiguos. Esto extiende la funcionalidad de la herramienta, pero no es requerida para su uso.

Aplicaciones Multiplataforma

En pleno siglo XXI vivimos rodeados de dispositivos, y éstos viven de las aplicaciones de las que disponga su sistema operativo. Si hace unas décadas se solía decir “no existes hasta que sales por la tele”, hoy en día esa presencia obligada se refiere a los dispositivos móviles. Cualquier organización que se precie debe tener su aplicación dedicada. Pese a que la mirada de dispositivos se ha reducido en los últimos tiempos (tras la caída de Symbian, Windows Phone, BlackBerry, Firefox OS, Tizen...), la necesidad de estar presente en los que siguen vigentes es más acuciante que nunca.

Android, Kindle Fire, iOS, Xbox, Nintendo Switch, PlayStation, tablets... Cada plataforma es un mundo y los rápidamente cambiantes sistemas operativos conforman un ecosistema digital de lo más enrevesado. De ahí surge como requisito el desarrollo de aplicaciones multiplataforma.

Aplicaciones Nativas

Aplicaciones nativas son aquellas creadas a partir del SDK que cada plataforma pone a disposición de la comunidad. Desarrollar una aplicación dedicada para cada plataforma que queramos atacar siempre será la opción que mejores resultados dará en términos de optimización y resultado final, pero ello supone multiplicar la carga de trabajo por cada nuevo dispositivo para el que se quiera adaptar.

Aplicaciones Web

En el otro extremo se hallan las comúnmente conocidas como Web-Apps. Como no son más que una web ejecutada en navegador, es la solución más multiplataforma que hay, no requiriendo esfuerzo alguno de

adaptación. Por desgracia, la no adecuación a los dispositivos genera un lag en la interfaz claramente perceptible para el usuario. Estos defectos son más apreciables en terminales de gama baja, cuyo menor músculo gráfico precisa de mayor optimización en la parte software.

Una mala práctica que muchas empresas con pocos recursos utilizan es disfrazar web-apps de aplicaciones completas, combinando las desventajas de ambas (menor rendimiento y requisito de ser instalada por el usuario).

6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

6.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El proyecto de investigación se desarrollará utilizando el enfoque cualitativo el cual Hernández, Sampieri (2014) lo define como *“un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo “visible”, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos. Es naturalista (porque estudia los fenómenos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales y en su cotidianidad) e interpretativo (pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en función de los significados que las personas les otorgan)”* pág. 9.

Este enfoque permitirá recopilar la información de la logística aplicada en la gestión de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos a través de diferentes técnicas de recolección de información como: observación, entrevistas y encuestas; para ello se utilizan los respectivos instrumentos de recolección de información, permitiendo tener un punto de referencia de la situación actual, para que, a partir de ello, se planteen las estrategias necesarias para el diseño del sistema logístico.

6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptiva

El método descriptivo es uno de los métodos cualitativos que se utilizan en investigaciones que tienen el objetivo de evaluar algunas características de una población o situación particular. En la investigación descriptiva, tal como lo indica su nombre, el objetivo es describir el estado y/o comportamiento de una serie de variables. El método descriptivo orienta al investigador durante el método científico en la búsqueda de las respuestas a preguntas como: quién, qué, cuándo, dónde y cómo, sin importar el por qué.

Describir implica observar sistemáticamente el objeto de estudio y catalogar la información que se observa para que pueda ser utilizada y replicada por otros.

En ese sentido, la información recopilada por medio de las diferentes técnicas permitirá describir el estado actual de la gestión de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos del municipio de La Unión.

6.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La gestión de la flota de vehículos es el proceso de control y organización de un grupo de vehículos reunidos con el mismo fin. Sus funciones incluyen diferentes tareas, como cuidar el mantenimiento de la unidad, administrar sistemas de monitoreo, planificar rutas o ayudar a controlar presupuestos y gastos, además de mejorar la disponibilidad de los vehículos para el cumplimiento de las operaciones de una empresa o institución.

Con el presente proyecto se pretende en primera instancia realizar un diagnóstico que permita identificar la estrategia empleada actualmente en la utilización de los vehículos para la recolección de desechos sólidos y con ello desarrollar un sistema para la gestión eficiente de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos que permita optimizar la eficiencia y productividad de la flota en todas las etapas de la cadena logística, minimizar riesgos, mejorar el desempeño del transporte y la vida útil, y reducir sus costos operativos, en la Alcaldía Municipal de La Unión.

Lo anterior ayudará en parte a un problema histórico el cuál es la contaminación, ya que al gestionar eficientemente la flota vehicular se contribuye a brindar un servicio de calidad a la población.

Para la elaboración del proyecto de investigación se detallan las siguientes fases:

FASE I: PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Esta fase consiste en la planificación de las visitas de campo que se realizó a la Alcaldía Municipal de La Unión para estudiar la estrategia actual de la gestión de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos, para realizar el diagnóstico se utilizaron instrumentos de investigación, hojas de observación, fichas de entrevistas entre otros.

FASE II: ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO

En esta parte del proyecto se realizaron visitas de campo a la Alcaldía Municipal de La Unión para aplicar los instrumentos de la etapa anterior; estos datos fueron analizados con el objetivo de establecer los requerimientos necesarios para desarrollar el sistema logístico.

Los puntos de análisis son:

Recursos actuales:

- Humanos.
- Maquinaria y equipo.
- Monetarios.

Costos directos e indirectos asociados a la gestión de flota de vehículos

Recolección de desechos sólidos:

- Rutas de recolección.
- Lugares de recolección.
- Lugares no abarcados con la recolección.
- Itinerarios/programación.
- Cantidad de desechos recolectados.

- Lugares de destino.
- Control de lixiviados.
- Planes de contingencias.

Gestión de la Flota Vehicular

- Programación de rutas.
- Programación de mantenimientos.
- Control de costos.
- Control de combustible (consumo).
- Software.
- Indicadores.
- Deficiencias.

FASE III: DESARROLLO DEL SISTEMA LOGÍSTICO (PROPUESTA)

Con los requerimientos establecidos en la fase anterior, se procedió a desarrollar un sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos que permite optimizar los recursos y mejorar el servicio en la Alcaldía Municipal de La Unión.

FASE IV: DISEÑO FINAL Y ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS FINALES

En esta fase se finalizó el sistema logístico y la plataforma informática. Además, se presentó el prototipo del sistema logístico con el objetivo de verificar las mejoras. También se realizaron los documentos de investigación que son el Informe Final y el artículo científico.

6.4 MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	COSTO (Materiales y Servicios)	RESPONSABLES
1. Elaborar un diagnóstico que permita identificar la estrategia empleada actualmente en la utilización de los vehículos para la recolección de desechos sólidos.	<p>A1. Elaboración de instrumentos de investigación científica.</p> <p>A2. Visitas técnicas a la Alcaldía Municipal de La Unión para el levantamiento de la información a través de instrumentos de investigación tomando en cuenta el Protocolo de bioseguridad contra Covid-19.</p> <p>A3. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.</p>	<p>R1. Instrumentos bien estructurados para que la información recopilada sea analizada e interpretada correctamente.</p> <p>R2. Identificación de la logística actual realizada en la gestión de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos.</p> <p>R3. Identificar las fallas actuales en la gestión de la flota vehicular para proponer las mejoras en el sistema logístico a desarrollar.</p> <p>R4. Plasmar los resultados obtenidos por medio del diagnóstico.</p>	<p>C1. Transporte \$100.00</p> <p>C2. Alimentación: \$150.00</p> <p>C3. Impresiones y papel: \$60.00</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ing. Samuel Enrique Orellana Paz • Ing. Edgardo Antonio Claros Quintanilla
2. Diseñar los procesos logísticos para una gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos, que permita mejorar el servicio que brinda actualmente en la Alcaldía Municipal de La Unión.	<p>A1. Diseño de los procesos logísticos contemplados en el sistema logístico para la gestión eficiente de la flota vehicular.</p> <p>A2. Realizar la reestructuración de las rutas de recolección.</p> <p>A3. Establecer lineamientos para el control del combustible.</p> <p>A4. Medir los tiempos actuales de las rutas de recolección utilizando la tecnología GPS.</p> <p>A4. Realizar programación de mantenimientos oportunos a la flota vehicular.</p>	<p>R1. Reestructurar las rutas de recolección de desechos sólidos para optimizar recursos y mejorar el servicio de recolección de desechos sólidos en el municipio de La Unión.</p> <p>R2. Contribuir a mejorar la gestión de los mantenimientos de los vehículos.</p> <p>R3. Mejorar la gestión del combustible utilizado en la recolección de desechos sólidos.</p> <p>R4. Mejorar los tiempos de recolección de desechos sólidos.</p>	<p>C1. Transporte: \$70.00</p> <p>C2. Alimentación: \$100.00</p> <p>C3. Impresiones y papel: \$40.00</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Samuel Enrique Orellana Paz ▪ Ing. Edgardo Antonio Claros Quintanilla

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	COSTO (Materiales y Servicios)	RESPONSABLES
	<p>A4. Establecer indicadores de rendimiento para controlar las actividades de la gestión de la flota vehicular.</p> <p>A5. Desarrollar la lógica de programación, el diseño y arquitectura de la plataforma informática.</p> <p>A5. Presentación del sistema logístico a la Alcaldía Municipal de La Unión en cada avance.</p> <p>A6. Acompañamiento de la Alcaldía Municipal de La Unión durante el desarrollo del sistema logístico.</p>	<p>R5. Realizar un eficiente control los costos operativos de la flota vehicular que permita reducir los mismos.</p> <p>R6. Desarrollar estrategias ante contingencias para minimizar los riesgos de contaminación con los desechos sólidos en caso de que el servicio no se brinde por averías en los vehículos u otros casos.</p>		
<p>3. Elaborar una plataforma informática que permita controlar y optimizar los procesos contemplados en el sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular.</p>	<p>A1. Realizar la base de datos y programación de la plataforma informática considerando los procesos logísticos propuestos.</p> <p>A2. Prueba de la plataforma informática.</p> <p>A3. Cambios y/o modificaciones a la plataforma informática.</p> <p>A4. Presentación Informe Final</p>	<p>R1. Gestionar de manera eficiente los procesos logísticos en la gestión de la flota vehicular.</p> <p>R2. Elaboración de una plataforma informática que permita controlar y optimizar los procesos contemplados en el sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular.</p> <p>R3. Optimización de tiempo en cada proceso.</p> <p>R4. Disminución de la posibilidad de error en el desarrollo de la gestión y administración de los procesos logísticos.</p>	<p>C1. Transporte: \$100.00</p> <p>C2. Alimentación: \$100.00</p> <p>C3. Impresiones: \$25.00</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. Samuel Enrique Orellana Paz ▪ Ing. Edgardo Antonio Claros Quintanilla

7 RESULTADOS

7.1 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL DE LA FLOTA VEHICULAR EMPLEADA PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Como parte de la estrategia para identificar la situación actual de la gestión de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos en la ciudad de La Unión, se realizó un diagnóstico en diferentes aristas: Recursos actuales (humanos, maquinaria y equipo), recolección de desechos sólidos, gestión de la flota vehicular y monitoreo de las rutas actuales, para determinar distancias, tiempos, velocidad y recorrido. La información contemplada en el diagnóstico proviene de entrevistas realizadas a personas involucradas directamente con la gestión de la flota vehicular de la Alcaldía Municipal de La Unión (ver anexos 1, 2 y 3), y encuesta realizada a la población que reside en la ciudad de La Unión y otros datos capturados haciendo uso de una aplicación para el monitoreo de las rutas. A partir de este diagnóstico, se identificaron aspectos a mejorar, que se tomaron en cuenta para elaborar el sistema logístico. A continuación, se detalla cada parte del diagnóstico.

RECURSOS ACTUALES

RECURSO HUMANO

El recurso humano involucrado en la gestión y operación de la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos en la Alcaldía Municipal de La Unión es el siguiente:

Tabla 3: Recurso humano involucrado en la gestión y operación de la flota vehicular en la ciudad de La Unión

N.º	PUESTO	CANTIDAD
1	JEFE DE UNIDAD AMBIENTAL	1
2	JEFE DE ASEO Y MANTENIMIENTO	1
3	ENCARGADO DE TRANSPORTE	1
4	AUXILIAR DE JEFE DE ASEO Y MANTENIMIENTO	1
5	SUPERVISOR DE MOTORISTAS	1
6	MOTORISTAS	7
7	RECOLECTORES	14
TOTAL		26

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Unidad de Servicios Municipales de la Alcaldía Municipal de La Unión, marzo 2022.

Actualmente el recurso humano está limitado por un tema falta de presupuesto (Lic. Víctor Sorto, jefe de la Unidad de Servicios Municipales). Además, al consultar si el recurso humano recibe capacitaciones constantes sobre el manejo efectivo de la flota vehicular, se manifestó que no, lo cual es un aspecto importante para resaltar, ya que parte de manejo y cuidado que se brinda a la flota vehicular, proviene del conocimiento que se obtiene por medio de la capacitación constante en aspectos generales y técnicos.

VEHÍCULOS EMPLEADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Tabla 4: Vehículos empleados en la recolección de desechos sólidos.

N.º	MARCA	N.º PLACA	TIPO	AÑO	CAPACIDAD DE CARGA
1	KIA	N-9671	CAMIÓN	2013	3 TONELADAS
2	KIA	N-5424	CAMIÓN	2017	3 TONELADAS
3	INTERNATIONAL 4X2	N-2551	CAMIÓN COMPACTO	2014	9 TONELADAS
4	INTERNATIONAL		CAMIÓN COMPACTO	2014	9 TONELADAS
5	INTERNATIONAL 4X2	N-7074	CAMIÓN COMPACTO	2009	9 TONELADAS
6	MERCEDES BENZ	N17-480	CAMIÓN DEL VOLTEO	2005	7 TONELADAS

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Unidad Ambiental de la Alcaldía Municipal de La Unión 2022.



Ilustración 4. Vehículo compactador International utilizado para la recolección de desechos sólidos.



Ilustración 5. Vehículo KIA utilizado para la recolección de desechos sólidos

EQUIPO TECNOLÓGICO

Los equipos tecnológicos que actualmente se utilizan para la gestión de la flota vehicular son: la computadora y los celulares propios de cada recurso humano, a través de los cuales se comunican haciendo uso de grupos de WhatsApp. No se cuenta con sistemas de seguimiento GPS que permita identificar factores como: localización, kilómetros recorridos, tiempos, cumplimiento de rutas entre otros.

COSTO DE DISPOSICIÓN

ASINURLU tiene una tarifa de \$33.00 por tonelada de desechos sólidos depositados, considerando que mensualmente se depositan aproximadamente 674 toneladas, el costo mensual de disposición asciende a \$22,242.00

COSTOS DE LA FLOTA VEHICULAR

Tabla 5: Costos anuales de la Flota Vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos

DETALLE	COSTO
COMBUSTIBLE	\$ 60,000.00
MANTENIMIENTOS Y REPARACIONES	\$ 7,000.00
TARJETAS DE CIRCULACIÓN	\$ 217.98
RECURSO HUMANO	\$ 108,000.00
TOTAL	\$ 175,217.98

Datos aproximados a partir de información brindada por Unidad de Transporte y Unidad de Servicios Municipales

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

La gestión de desechos sólidos implementada por la alcaldía Municipal de La Unión la conforman 3 fases:



Ilustración 6. Gestión de Desechos Sólidos implementada por Alcaldía Municipal de La Unión.

Fuente: Elaboración propia

- **Fase 1: Recolección domiciliaria:** La Alcaldía Municipal de La Unión destina la administración del servicio de recolección domiciliaria a la unidad medioambiental a través de sus dependencias: Unidad de Servicio Municipales y Unidad de Transporte. El servicio se realiza en dos tipos de camiones recolectores: volquetas y compactadores, los cuales realizan su recorrido por medio de un listado de comunidades a atender por día.

Los camiones realizan el recorrido de lunes a sábado generalmente en la mañana, cada camión cuenta con un equipo conformado por 2 personas encargadas de recoger los desechos domiciliarios por las calles y avenidas donde cada familia dispone sus residuos en sacos, bolsas o cajas. La inversión económica del servicio incluye: el alquiler de unidades; en el caso de los camiones particulares que son alquilados, el mantenimiento de las unidades recolectoras, gasto de combustible y pago de personal.

- **Fase 2: Servicio de barrido:** El servicio de barrido consiste en recoger desperdicios, limpieza de calles, recolección de hojas o ramas dispuestas en vías de circulación, aceras, parques entre otros. El servicio se da por medio de una persona con un barril que cuenta con una ruta de operación. Cabe mencionar que las rutas de operación en el servicio de barrido no están incluidas en el diseño de ruta de recolección, sin embargo, se incluye el volumen de desechos sólidos recolectado, puesto que la disposición final de estos desechos se da en los camiones recolectores.
- **Fase 3: Disposición final:** Cuando los camiones recolectores terminan su recorrido diariamente, los desechos sólidos son llevados al relleno sanitario ASINORLU ubicado en el municipio de Santa Rosa de Lima donde se cancela una cuota por cada tonelada depositada.

DIVISIÓN POLÍTICA ADMINISTRATIVA DEL MUNICIPIO DE LA UNIÓN

Su núcleo urbano principal es la Ciudad y Puerto La Unión.

Este se divide en Barrios, Colonias y sectores:

- Barrios: Concepción, El Centro, San Carlos, Las Flores, San Antonio.
- Colonias: Obrera, Cutuco, Rubio, Beltrand, Matarrita, Santa Rosa, Bella Vista, La Esperanza, Miramar
- Sectores: La Playa, El Esterito, km 1, La Papaya, La Palma, Línea Férrea.

Además, en el área rural, el municipio de La Unión cuenta con los siguientes cantones, con sus respectivos caseríos:

Tabla 6: Cantones y Caseríos del municipio de La Unión

Cantones	Caseríos
Agua Caliente	El Melonal, Teclas, Valle Abajo, Valle Arriba
Agua Escondida	Brisas del Golfo, La Mora, El Calvario
Amapalita	La Chacra, Pavana, Quinta Marimar
Chiquirín	Los Chorros, Los Mangos, Pueblo Viejo, Las Pozas
El Coyolito	Las Trancas, El Guasimal, El Cargadero, La Bolsa, La Fila
El Júcaro	El Centro, El Guasimo, El Quebradón, Las Chachas
El Tihuilotal	Centro, Pitahaya, El Portillo, Las Pozas, El Ojuste
Isla Zacatillo	El Caguano, El Rincón, La Estufa, Playona, Playitas
La Quezadilla	El Tablón, El Trozo, El Guazimal, El Higuierón
Las Maderas	El Nacimiento, El Aguadero
Loma Larga	El Berrinche, El Caribal, La Brea, El Instituto, Condadillo, Volcancillo
Siramá	El Triunfo, Los Mangos, El Palmar, Cerro Partido, San Isidro, San Cayetano, La Paz, La Sincuya

Fuente: Monitoreo y Evaluación-Proyecto de USAID: Prevención del Crimen y la Violencia. 2014

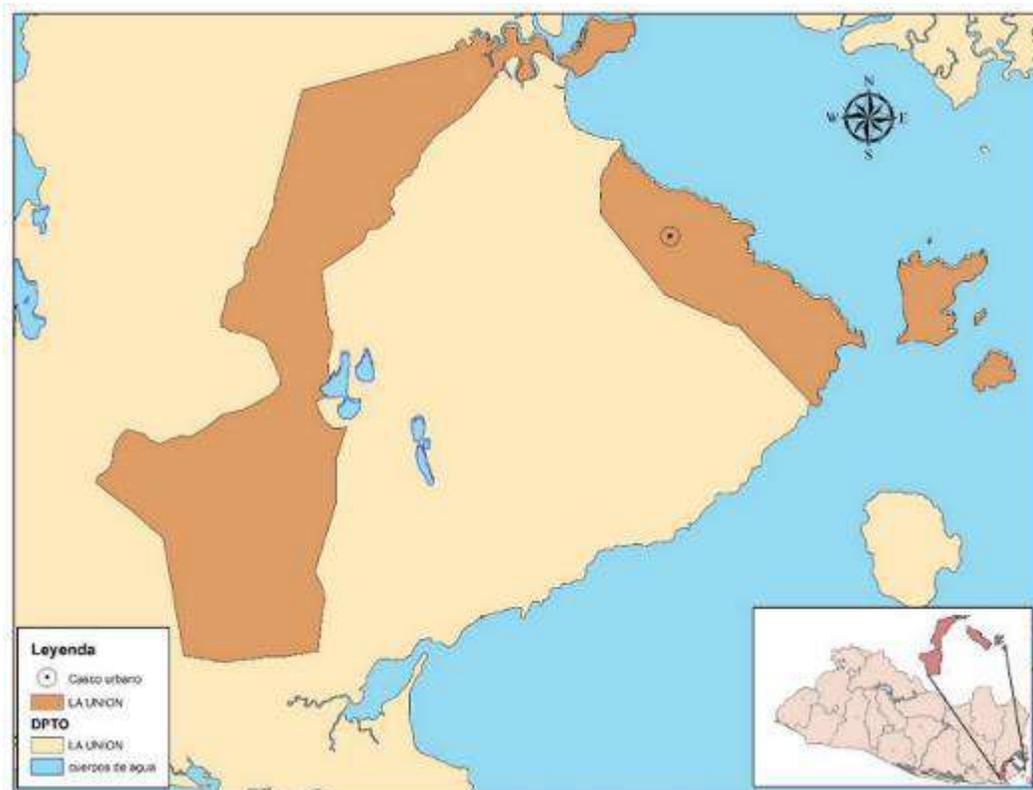


Ilustración 7. Mapa de ubicación del municipio de La Unión en el departamento.

Fuente: Monitoreo y Evaluación-Proyecto de USAID: Prevención del Crimen y la Violencia. 2014

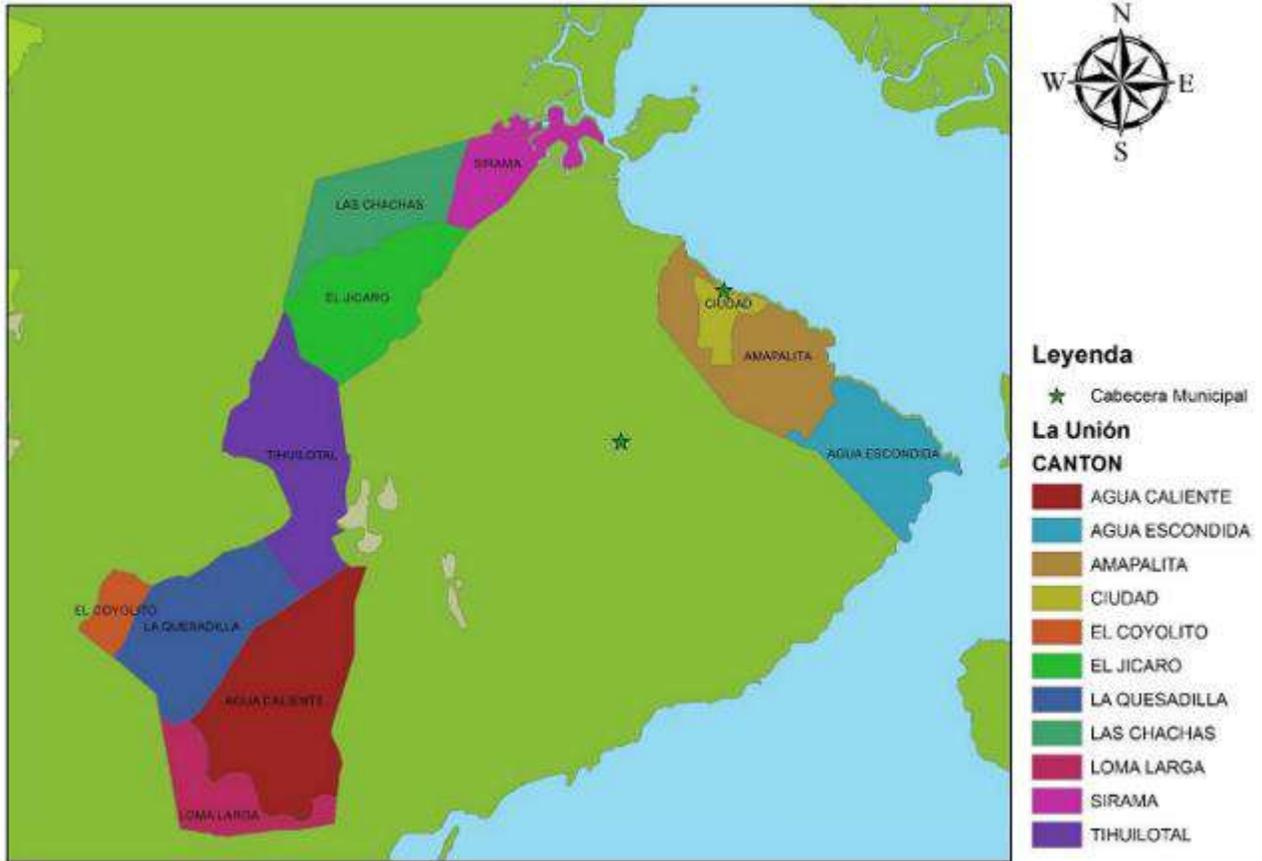


Ilustración 8. Mapa de cantones del municipio de La Unión.
Fuente: Monitoreo y Evaluación-Proyecto de USAID: Prevención del Crimen y la Violencia. 2014

RUTAS ACTUALES DE RECOLECCIÓN

Actualmente existen 7 rutas de recolección, según datos proporcionados por la Unidad de Servicios Municipales de la Alcaldía Municipal de La Unión, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 7: Ruta # 1 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión

Nº RUTA	CAMIÓN	MOTORISTA	RECOLECTORES	HORARIO	DIAS/LUGARES DE RECOLECCIÓN						
					LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
1	Mercedes Benz. PLACA 17-480	Alexander Martínez	*Oscar Goevanny Canales Mendoza *Carlos Aristides Perla Alberto	6:00 am a 1:00 pm	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Descanso
					Barrio Concepción	Barrio Concepción	Barrio Concepción	Barrio Concepción	Barrio Concepción	Barrio Concepción	
					Barrio Las Flores	Fuerteza	Barrio Las Flores	Fuerteza	Barrio Las Flores	Hotel Confort Inn	
					Salidas	Colonia Rubio	Salidas	Colonia Rubio	Salidas	Colonia Rubio	
					Hotel Confort Inn	Lotificación Cutuco	Hotel Confort Inn	Lotificación Cutuco	Hotel Confort Inn	Salidas	
					Repaso	Quebrachal	La Sincuya	Quebrachal	Amapalita	Lotificación Cutuco	
					Relleno Sanitario	Salidas	Repaso	Salidas	Agua Escondida	Quebrachal	
						Hotel Confort Inn	Relleno Sanitario	Disagro	Repaso	Repaso	
						Amapalita		Repaso	Relleno Sanitario	Relleno Sanitario	
						Agua Escondida		Relleno Sanitario			
						Repaso					
	Relleno Sanitario										

Tabla 8: Ruta # 2 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión

Nº RUTA	CAMIÓN	MOTORISTA	RECOLECTORES	HORARIO	DIAS/LUGARES DE RECOLECCIÓN						
					LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
2	INTERNATIONAL PLACA 2551	José Reynaldo Lino	*Cesar Mauricio Romero *José Gilberto Olaizola Guerrero	6:00 am a 1:00 pm	Colonia Bella Vista	Barrio San Antonio	Colonia Bella Vista	Barrio San Antonio	Colonia Bella Vista	Sector La Playa	Descanso
					Salidas	Sector La Playa	Salidas	Sector La Playa	Salidas	Barrio el Centro	
					Calle la Chatarrera hasta Calle principal de Conchuagua	Barrio el Centro	Calle la Chatarrera hasta Calle principal de Conchuagua	Barrio el Centro	Calle la Chatarrera hasta Calle principal de Conchuagua	Barrio San Antonio	
					Cementerio a la Bella Vista	Base Naval	Cementerio a la Bella Vista	Repaso	Cementerio a la Bella Vista	Base Naval	
					Repaso	Tropigas	Repaso	Repaso	Repaso	Tropigas	
						Repaso				Repaso	

Tabla 9: Ruta # 3 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión

Nº RUTA	CAMIÓN	MOTORISTA	RECOLECTORES	HORARIO	DIAS/LUGARES DE RECOLECCIÓN						
					LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
3	INTERNATIONAL PLACA 7074	Edgar Raúl Moreno	*Nilson Anibar Morales Argueta *Juan Carlos Molina	6:00 am a 1:00 pm	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Barrio El Centro	Descanso
					Dispensa Familiar	Dispensa Familiar	Barrio Concepción	Dispensa Familiar	Dispensa Familiar	Dispensa Familiar	
					Barrio Concepción	Barrio Concepción	CEPA	Barrio Concepción	Barrio Concepción	Barrio Concepción	
					Colonia Malie	Sector la Palma	Dispensa Familiar	Sector Villalta	Corsain	Sector Villalta	
					Colonia Miramar	Colonia Beltran	Colonia Esperanza	Sector la Palma	CEPA	Sector la Palma	
					Colonia Esperanza	INLU	Colonia Malie	Colonia Beltran	Colonia Malie	Colonia Beltran	
					Corsain	Coyote Cojo	Colonia Miramar	Repaso	Colonia Miramar	Repaso	
					CEPA	Sector Villalta	Repaso	Relleno Sanitario	Colonia Esperanza	Relleno Sanitario	
					Repaso	Playitas	Relleno Sanitario		INLU		
					Relleno Sanitario	Chuquirín			Coyote Cojo		
						Repaso			Playitas		
						Relleno Sanitario			Chuquirín		
									Repaso		
									Relleno Sanitario		

Tabla 10: Ruta # 4 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión

Nº RUTA	CAMIÓN	MOTORISTA	RECOLECTORES	HORARIO	DIAS/LUGARES DE RECOLECCIÓN						
					LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
4	INTERNATIONAL PLACA 2551	Aberlado Cruz	*Wifredo Domínguez *José Gilberto Olaizola	Levnatrasede acopio y regresar	Repaso Casco urbano desde la Fuente Luminosa hasta el Monumento a la Madre.	Repaso Casco urbano desde la Fuente Luminosa hasta el Monumento a la Madre.	Repaso Casco urbano desde la Fuente Luminosa hasta el Monumento a la Madre.	Repaso Casco urbano desde la Fuente Luminosa hasta el Monumento a la Madre.	Repaso Casco urbano desde la Fuente Luminosa hasta el Monumento a la Madre.	Repaso Casco urbano desde la Fuente Luminosa hasta el Monumento a la Madre.	Descanso
				Primer repaso de 1:00 pm a 3:30 pm	Desde la ex estación hasta muelle los Coquitos	Desde la ex estación hasta muelle los Coquitos	Desde la ex estación hasta muelle los Coquitos	Desde la ex estación hasta muelle los Coquitos	Desde la ex estación hasta muelle los Coquitos	Desde la ex estación hasta muelle los Coquitos	
				De 3:30 pm a 5:30 pm Estacionado en El Amate						Levantarse de acopio y regresar 4:00 pm a 8:00 pm	
				Segundo repaso de 5:30 pm a 8:00 pm							
				De lunes a viernes							

Tabla 11: Ruta # 5 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión

Nº RUTA	CAMIÓN	MOTORISTA	RECOLECTORES	HORARIO	DOMINGO
5	INTERNATIONAL 2551	Martin Reyes	*Jecson Noe Villatoro Sandoval *Ernesto Antonio Mendoza Guitierrez	6:00 am a 8:00 pm 3:00 pm a 8:00 pm	Repaso en Casco Urbano, desde la Fuente Luminosa hasta el Monumento a la Mdre, Parque de la familia. De ña Ex estación hasta el Muelle los Coquitos

Tabla 12: Ruta # 6 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión

Nº RUTA	CAMIÓN	MOTORISTA	RECOLECTORES	HORARIO	DIAS/LUGARES DE RECOLECCIÓN						
					LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
6	KIA 5424	José Álvaro Ortez	*Jecson Noe Villatoro Sandoval *Franklin Josué Lizama Funez	8:00 am a 4:00 pm	Faro con basureros	Sector Ele	Faro con basureros	Sector Ele	Faro con basureros	Supervisión By Pass desde Puente de Conchagua hasta la Cruz	Descanso
					Repaso centro	Supervisión de ex botaderos	Repaso centro	Supervisión de ex botaderos	Repaso centro		
					Promotorios y aceras limpias	Calle a Amapalita y Playitas	Promotorios y aceras limpias	Calle a San Miguel	Promotorios y aceras limpias		
								El Júcaro			
							Santa María				

Tabla 13: Ruta # 7 de recolección de desechos sólidos de la Alcaldía Municipal de La Unión

Nº RUTA	CAMIÓN	MOTORISTA	RECOLECTORES	HORARIO	DIAS/LUGARES DE RECOLECCIÓN						
					LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
7	KIA 9671	Manuel Gonzáles	*Carlos Roberto Juárez Lemus *Emilio Adonay Reyes Salgado	8:00 am a 4:00 pm	Colonia Santa María	Faro con basureros	Coyolito	Faro con basureros	Kilómetro 4	Colonia Santa María	Descanso
					Palo Blanco	Repaso centro	Higuerón	Repaso centro	Palo Blanco	Faro con basureros	
					Kilómetro 4	Promotorios y aceras limpias	Agua Caliente	Promotorios y aceras limpias	Las Maderas	Repaso centro	
					Pueblo Viejo		Loma larga	Multipesca	Las Chachas	Promotorios y aceras limpias	
					Multipesca			Pueblo Viejo		De 8:00 am a 12:00 md	

Al analizar detenidamente cada ruta se identifican los siguientes aspectos:

1. Se han planificado 7 rutas de recolección, pero técnicamente son más, ya que cada vehículo por lo menos hace 2 rutas distintas a la semana. Por ejemplo, la ruta del día lunes se repite el miércoles y viernes, y la ruta del martes, se repite el jueves y sábado. Al final se puede decir que existen por lo menos 14 rutas.
2. Las rutas 2 y 4 están asignadas a un mismo vehículo y motorista, es decir, al final es la misma ruta, pero se ha dividido en dos.
3. Hay lugares de recolección que se invierten en el orden, sin ninguna razón técnica o de optimización.
4. No se cuenta con el detalle del kilometraje que tienen cada ruta.
5. No se cuenta con mapa de recorrido de cada ruta.
6. Las rutas se elaboraron de manera empírica, no siguiendo ningún aspecto técnico logístico.

LUGARES SE ABARCADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Según datos proporcionados por la Unidad de Servicios Municipales de la Alcaldía Municipal de La Unión, existen algunos lugares que todavía no se abarcan en la recolección de desechos sólidos, y hay lugares que si bien es cierto se mencionan en las rutas, actualmente no se están cubriendo al 100%. A continuación, se presenta el detalle de estos lugares:

Lugares no abarcados:

- La Sincuya.

Lugares contemplados en las rutas, pero no se están cubriendo al 100%:

- Kilómetro 4.
- INLU.
- Colonia Santa Rosa.
- Altos de San Benito.
- El Júcaro.
- Las maderas.

Las razones del porqué no se abarcan estos lugares son las siguientes:

- Falta de recursos monetarios.
- Falta de equipo (camiones).
- Falta de recurso humano.

PROMEDIO ANUAL EN TONELADAS DE DESECHOS SÓLIDOS RECOLECTADOS

Según el registro de toneladas depositadas en el relleno sanitario de ASINORLU, los promedios mensuales de toneladas de desechos sólidos recolectadas desde año 2018 a la fecha son los siguientes:

Tabla 14: Promedio en toneladas de desechos sólidos recolectados por la Alcaldía Municipal de La Unión desde el año 2018 a la fecha

Año	Promedio mensual en toneladas	Promedio diario toneladas
2018	542	18.06
2019	558	18.60
2020	575	19.16
2021	658	21.93
Hasta febrero 2022	674	22.46

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Unidad de Servicios Municipales de Alcaldía Municipal de La Unión

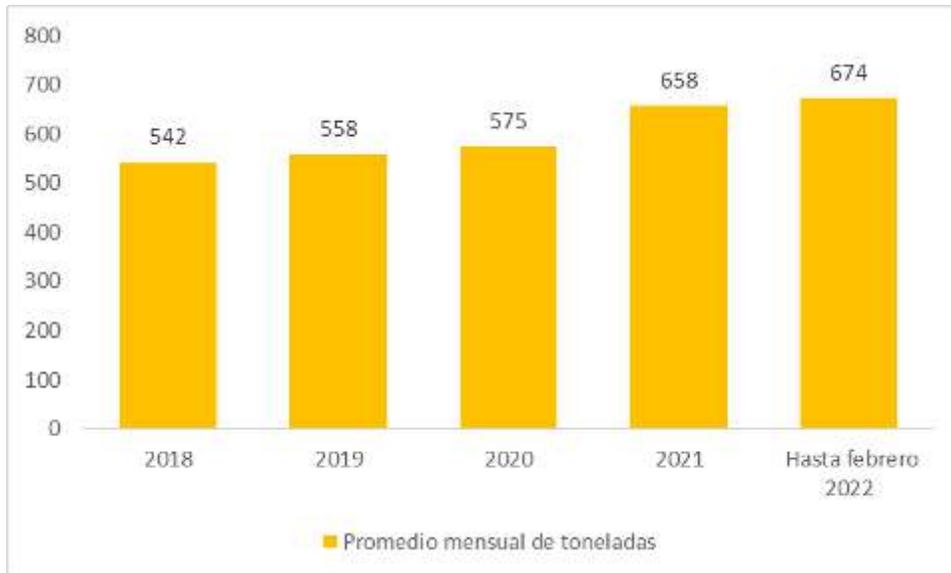


Ilustración 9. Promedio mensual en toneladas de desechos sólidos recolectados por la Alcaldía Municipal de La Unión desde el año 2018 a la fecha

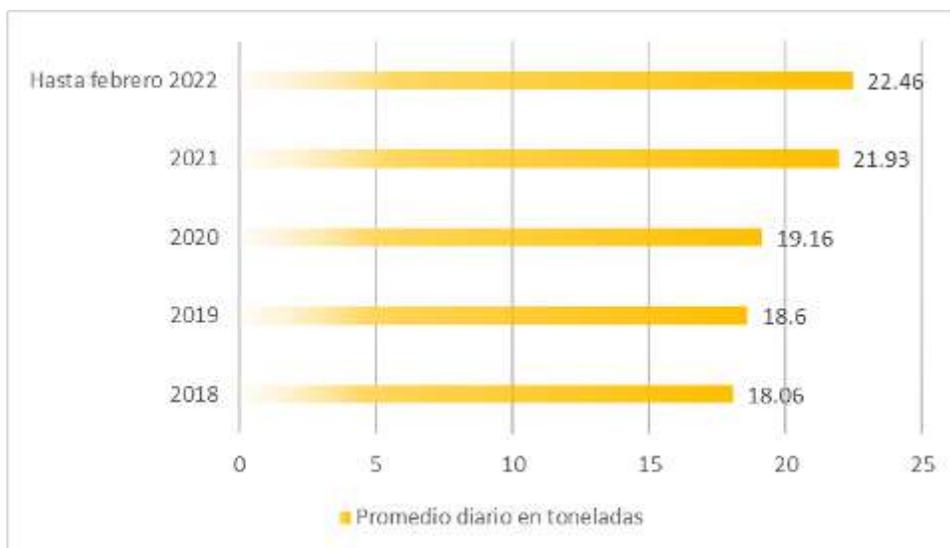


Ilustración 10. Promedio diario en toneladas de desechos sólidos recolectados por la Alcaldía Municipal de La Unión desde el año 2018 a la fecha

La generación de desechos sólidos se mide por la producción per- cápita, que es un parámetro universal que se simboliza por las siglas “PPC”. Para el caso de los desechos comunes, la unidad de referencia es la persona y se mide en kilogramos producidos por día, con las unidades de kg/persona/día. (MARN, 2016)

Tabla 15: Indicadores de generación de desechos sólidos en El Salvador

Población	Producción per cápita (PPC) kg/persona/día		
	Mínimo	Promedio	Máximo
Menores de 3,000 habitantes	0.183	0.336	0.550
3,000 a 15,000 habitantes	0.300	0.475	0.696
15,000 a 50,000 habitantes	0.393	0.582	0.696
50,000 a 200,000 habitantes	-	0.920	-

Fuente: La gestión de los desechos sólidos municipales con perspectiva municipal RTI Internacional en El Salvador, 2005.

Considerando que según datos de recolección de la Unidad de Servicios Municipales actualmente se recolectan un promedio de 22.46 toneladas al día, es decir 22,460 kg, lo cual tiene concordancia con las 22.58 toneladas que menciona el Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales MARN-BID 1209/OC-ES.

El municipio de La Unión tiene una extensión de 144.43 km², y una población total de 34,045, según el VI Censo de Población y Vivienda 2007, la densidad del Municipio de La Unión es de 236 hab./km²

Para obtener la producción por habitante se divide la cantidad de kg de desecho generados al día entre el número de población:

Producción de desechos por habitante: 22,460 kg

34,045 habitantes

Producción de desechos por habitante al día: **0.66 kg**

LUGARES DE DISPOSICIÓN

El único lugar donde se disponen de los desechos sólidos recolectados es el relleno ASINORLU, ubicado en el municipio de Santa Rosa de Lima, exactamente a 49 kilómetros de la ciudad de La Unión.

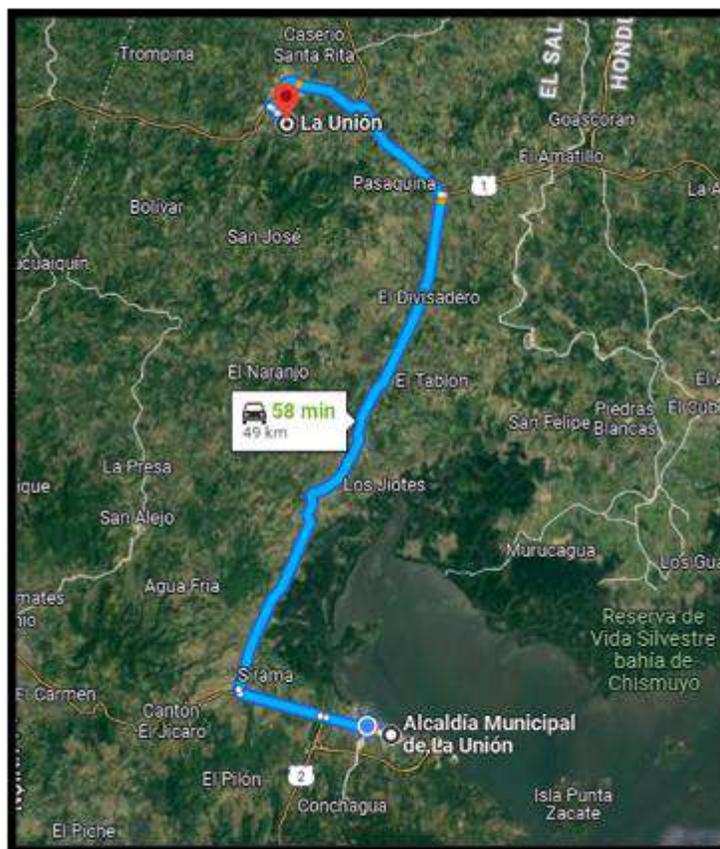


Ilustración 11: Distancia en kilómetros desde la ciudad de La Unión a Relleno Sanitario ASINORLU ubicado en Santa Rosa de Lima

Fuente: Google Maps

ASINORLU es el asocio municipal que cobija nueve municipios del norte del Departamento de La Unión quienes bajo la unificación de criterios políticos y de interés territorial compartido, articula decisiones que su brazo técnico ejecuta con éxito en cada proyecto que se pone en marcha para beneficio de la población.



Ilustración 12: Instalaciones del relleno sanitario ASINORLU
Fuente: <https://www.asinorlu.com/>

CONTROL DE LIXIVIADOS

Los lixiviados son los líquidos que circulan entre los residuos que se encuentran en los botaderos, y este se da durante procesos de fermentación y descomposición de la materia orgánica, como consecuencia de la filtración de agua procedente de las lluvias o líquidos de la misma materia en descomposición.

Se identificó que no existe ningún control sobre este tema, ya que se observó que los vehículos derraman lixiviados en la mayor parte de su ruta, dejando mal olor y contaminación en la calle.

PLANES DE CONTINGENCIA PARA DAR RESPUESTA A IMPREVISTOS

Es frecuente que los vehículos sufran desperfectos mecánicos y no puedan cubrir la ruta establecida, ante este problema, la Alcaldía de La Unión subcontrata una volqueta, la cual en relación al costo es mucho mayor que operar un vehículo propio. Se puede decir que, si se cuenta con el proceso para responder a la población y no interrumpir el servicio, sin embargo, no existe un plan detallado y escrito que diga qué procesos seguir, y esto es necesario debido a que en las comunas y en toda empresa, las personas cambian de responsabilidades, hay nuevas contrataciones y es necesario que el plan sea claro y entendible.

RESULTADOS DE ENCUESTA REALIZADA LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE LA UNIÓN RESPECTO A LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

La encuesta realizada a 240 habitantes del municipio de La Unión tuvo como objetivo, identificar la percepción de la población respecto al servicio actual de recolección de desechos sólidos. Además, conocer la cantidad de desechos generados según el área (urbana y rural). La encuesta se desarrolló en el periodo del 30/03/2022 al 30/04/2022.

A continuación, se muestran los resultados:

1. Cantidad de personas por lugar que participaron en la encuesta.

Tabla 16: Resultados de cantidad de personas por lugar que participaron en la encuesta

LUGAR	RESPUESTAS	PORCENTAJE
Barrio Concepción	21	8.7%
Barrio El Centro	10	4.3%
Barrio Honduras	10	4.3%
Barrio Las Flores	21	8.7%
Barrio San Antonio	31	13.0%
Cantón Agua Caliente	5	2.2%
Cantón Agua Escondida	5	2.2%
Cantón Agua Fría	5	2.2%
Cantón El Ciprés	5	2.2%
Cantón Las Maderas	10	4.3%
Cantón Los Ángeles	10	4.3%
Cantón Sirama	16	6.5%
Colonia Amalie	10	4.3%
Colonia Bella Vista	31	13.0%
Colonia Beltrán	10	4.3%
Colonia Miramar	5	2.2%
Colonia Nueva esperanza	5	2.2%
Lotificación Cutuco	5	2.2%
Lotificación Santa Mónica	10	4.3%
Sector La Palma	5	2.2%
Matarrita	5	2.2%
TOTAL	240	100.0%

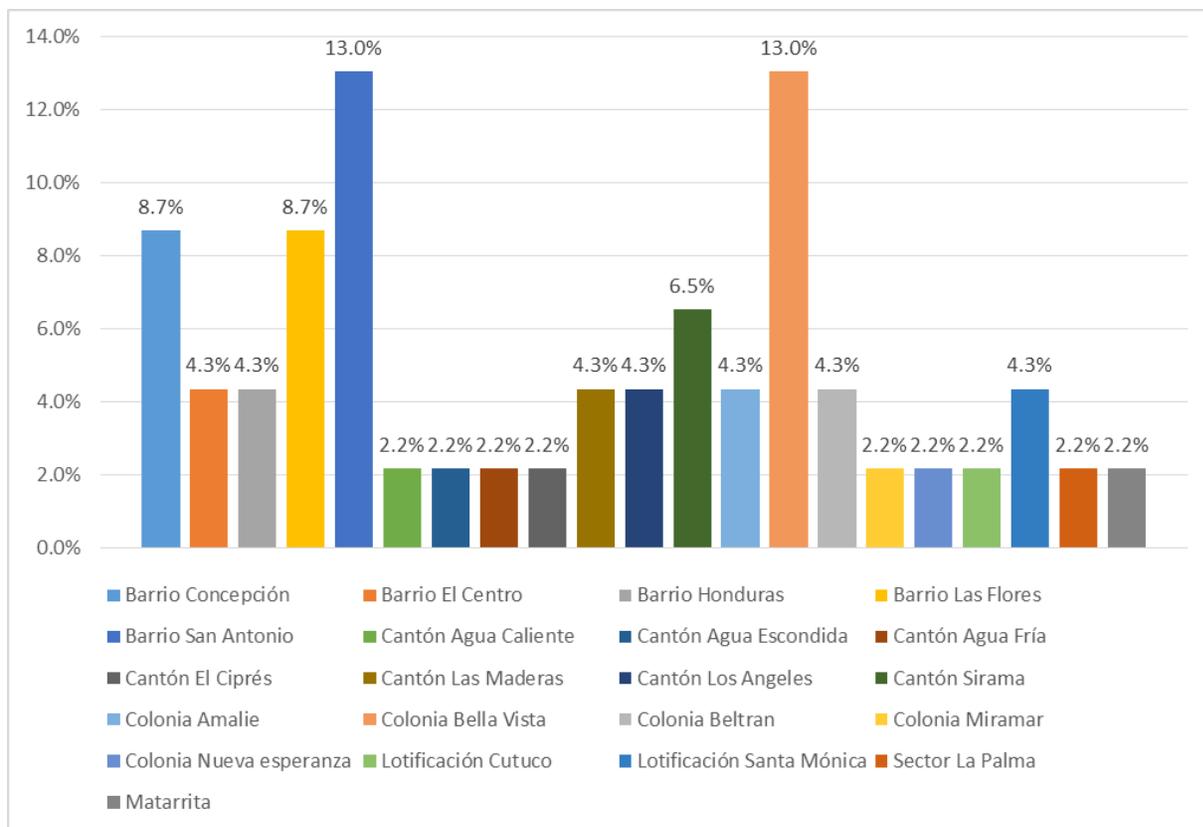


Ilustración 13. Resultados de cantidad de personas por lugar que participaron en la encuesta

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que se obtuvieron 240 respuestas, de estas el **74%** corresponde a personas que viven en el área urbana del municipio de La Unión y el **26%** a personas que viven en el área rural.

2. Destino final de la basura que se genera

Al consultar a la población: ¿Qué hace con la basura que se genera en su casa?, los resultados son:

Tabla 17: Consulta sobre el destino final que brinda la población a los desechos sólidos

OPCIÓN	RESPUESTA	PORCENTAJE
Se deposita en el camión recolector	172	72%
Se quema	52	22%
Se deposita en otro lugar "predio baldío"	10	4%
Se recicla	5	2%
TOTAL	240	100%

Fuente: Elaboración propia

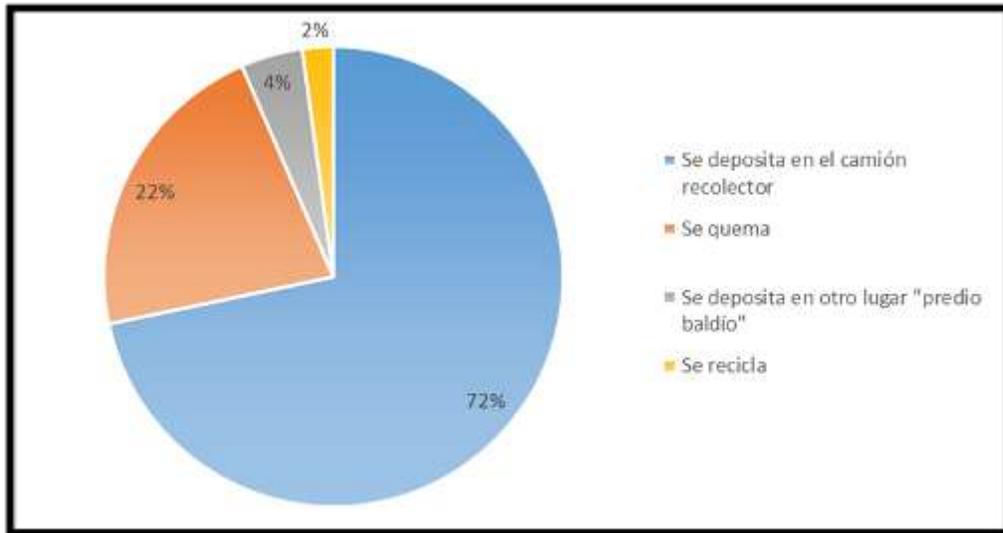


Ilustración 14. Resultados sobre el destino final que brinda la población a los desechos sólidos

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el 72% de la población encuestada tiene acceso al servicio de recolección brindado por la comuna. Sin embargo, el 22% realiza quema de basura, el 4% deposita la basura en un predio baldío, estos últimos porcentajes son perjudiciales para el medio ambiente. Es importante recalcar el solamente el 2% de la población recicla la basura que genera.

3. Acceso al servicio de recolección de desechos sólidos

Tabla 18: Resultados acceso al servicio de recolección de desechos sólidos

OPCIÓN	RESPUESTA	PORCENTAJE
SI	172	72%
NO	68	28%
TOTAL	240	100%

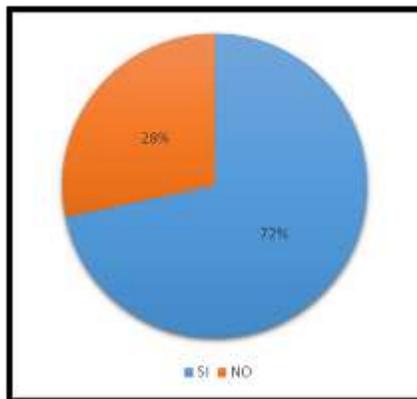


Ilustración 15. Resultados acceso al servicio de recolección de desechos sólidos

Las personas 172 (72%) que respondieron que tienen acceso al servicio de recolección de desechos sólidos dieron respuesta a lo siguiente:

4. ¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector?

Tabla 19: Resultados de frecuencia con que pasa el camión recolector de desechos sólidos

OPCIÓN	RESPUESTA	PORCENTAJE
1 vez a la semana	10	6%
2 veces a la semana	26	15%
3 veces a la semana	115	67%
Todos los días, excepto domingo	21	12%
TOTAL	172	100%

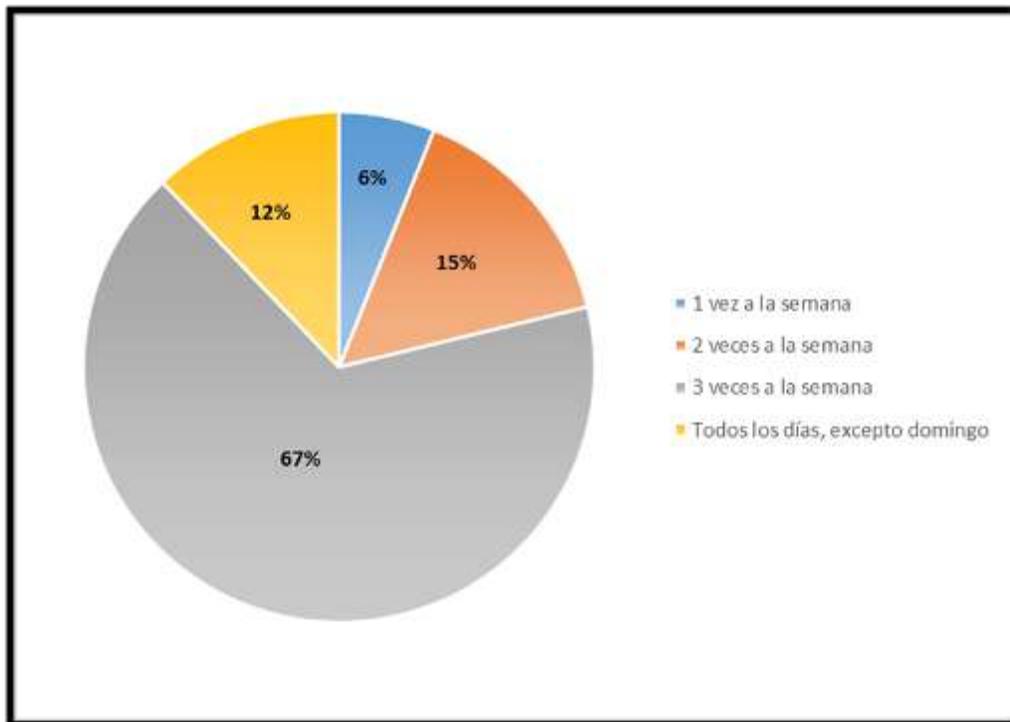


Ilustración 16. Resultados de frecuencia con que pasa el camión recolector de desechos sólidos

En el 67% de la población encuestada, el camión recolector pasa 3 veces al día, convirtiéndose en la frecuencia mayoritaria. Sin embargo, hay lugares donde el servicio se brinda 1 vez a la semana. Si nos referimos al centro de la ciudad, el servicio se brinda de lunes a sábado.

5. Horario de recolección.

Al consultar: ¿Aproximadamente a qué horas pasa el camión recolector?, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20: Resultados horarios de recolección

OPCIÓN	RESPUESTA	PORCENTAJE
7:00 am - 8:00 am	42	24.2%
8:00 am - 9:00 am	31	18.2%
9:00 am - 10:00 am	10	6.1%
11:00 am - 12:00 pm	0	0.0%
12:00 pm - 01:00 pm	0	0.0%
01:00 pm - 02:00 pm	0	0.0%
02:00 pm - 03:00 pm	0	0.0%
03:00 pm - 04:00 pm	0	0.0%
04:00 pm - 05:00 pm	5	3.0%
No tiene una hora en específico ya que cada vez pasa en diferente horario.	83	48.5%
TOTAL	172	100%

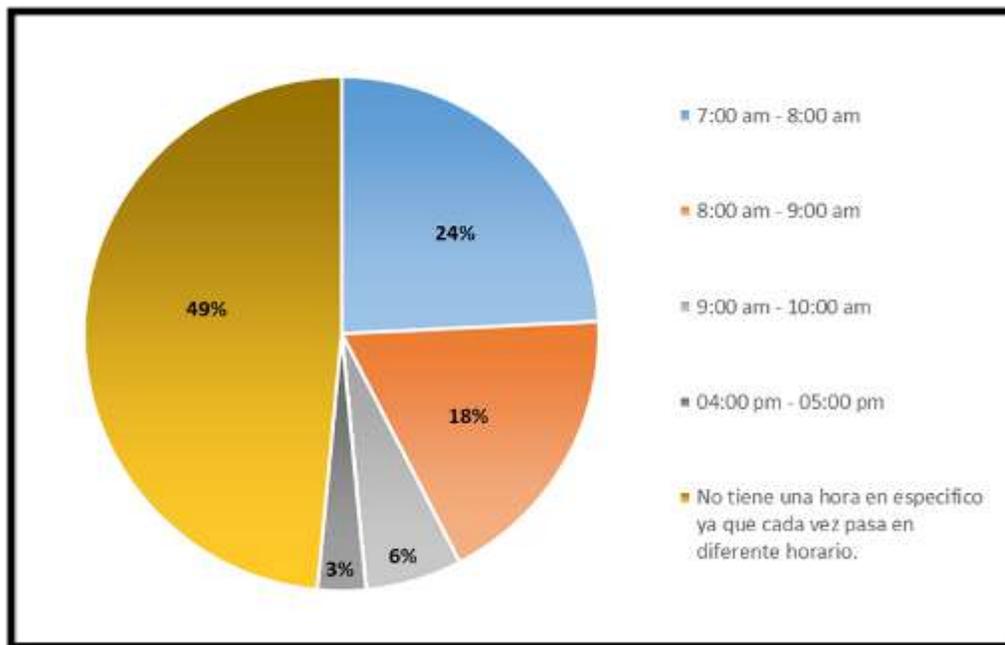


Ilustración 17. Resultados horarios de recolección

Los resultados muestran que el 48% de la población encuestada, manifiesta que el camión recolector no tiene una hora en específico para recolectar los desechos, ya que cada vez pasa en diferente horario, eso quiere decir que no hay una eficiente planificación de la ruta de recolección.

6. Promedio de personas por hogar y basura generada por sector.

Tabla 21: Promedio de basura (kg) que se genera diariamente por casa, según área.

AREA	BASURA EN KG
URBANA	3.1
RURAL	2.9

Tabla 22: Promedio de personas que habitan en los hogares, según área.

AREA	PERSONAS
URBANA	4
RURAL	5

Tabla 23: Promedio de basura generada diariamente por habitante (producción per cápita), según área.

AREA	BASURA EN KG
URBANA	0.78
RURAL	0.58
PROMEDIO	0.68

Tabla 24: Comparativo de Producción per cápita de desechos sólidos.

FUENTE	PRODUCCIÓN DE DESECHOS POR HABITANTE KG	PRODUCCIÓN TOTAL TONELADAS DIARIO
Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales MARN-BID 1209/OC-ES. 2007	0.65	22.12 TONELADAS
Unidad de Servicios Municipales de La Unión 2021	0.66	23.17 TONELADAS
Encuesta realizada a los habitantes del municipio de La Unión 2022	0.68	24.22 TONELADAS

Deficiencias en el servicio actual de recolección de desechos sólidos

Tabla 25: Resultados deficiencias en el servicio actual de recolección de desechos sólidos.

OPCIÓN	RESPUESTA	PORCENTAJE
El camión recolector no pasa los días que corresponden	20	8.3%
El camión recolector pasa en diferentes horarios	45	18.8%
Los auxiliares de recolección dejan basura en la calle luego de depositarla en el camión	50	20.8%
El camión deja lixiviados (fluido generado por la descomposición de la basura) en su trayecto	57	23.8%
No pasa en el lugar donde vivo	68	28.3%
TOTAL	240	100%

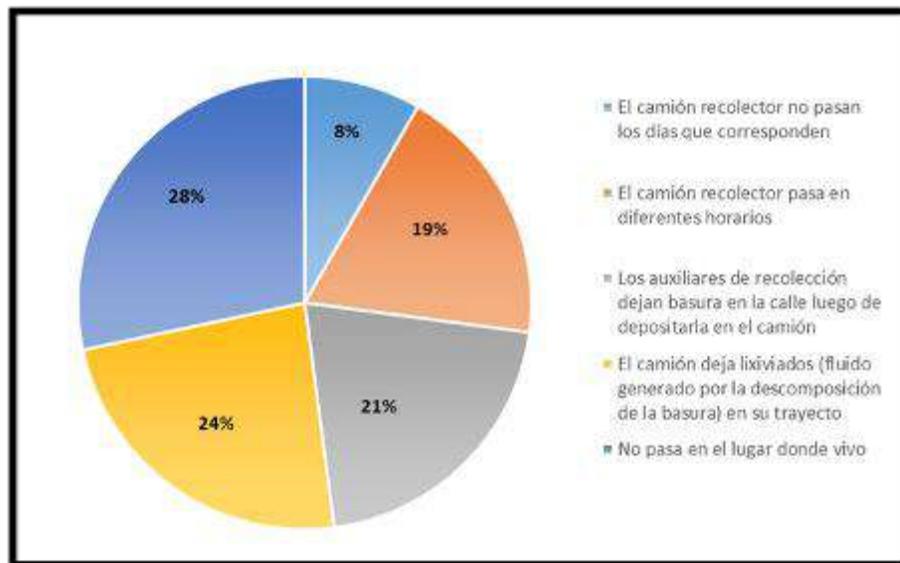


Ilustración 18: Resultados deficiencias en el servicio actual de recolección de desechos sólidos

Como se presentó en resultados anteriores, el mayor problema identificado por el 28% de la población es la no cobertura del servicio en varios lugares del municipio de La Unión, estos lugares son en el área rural.

GESTIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR

ESTRUCTURA ORGÁNICA

En la siguiente imagen se evidencia la forma en como está compuesta la dirección ambiental, encargada del tema en general de la recolección de desechos sólidos. Sin embargo, esta dirección tiene diferentes dependencias, y específicamente 2 de estas: Unidad de Transporte y Unidad de Servicios Municipales, son las encargadas de la gestión y control de los temas relacionados a la flota vehicular empleada en la recolección de desechos sólidos. Es decir, la gestión de la flota vehicular no está centralizada en una dependencia si no en dos y esto a la larga representa un problema por temas de control, mejoras, optimización, dispersión de información entre otros.

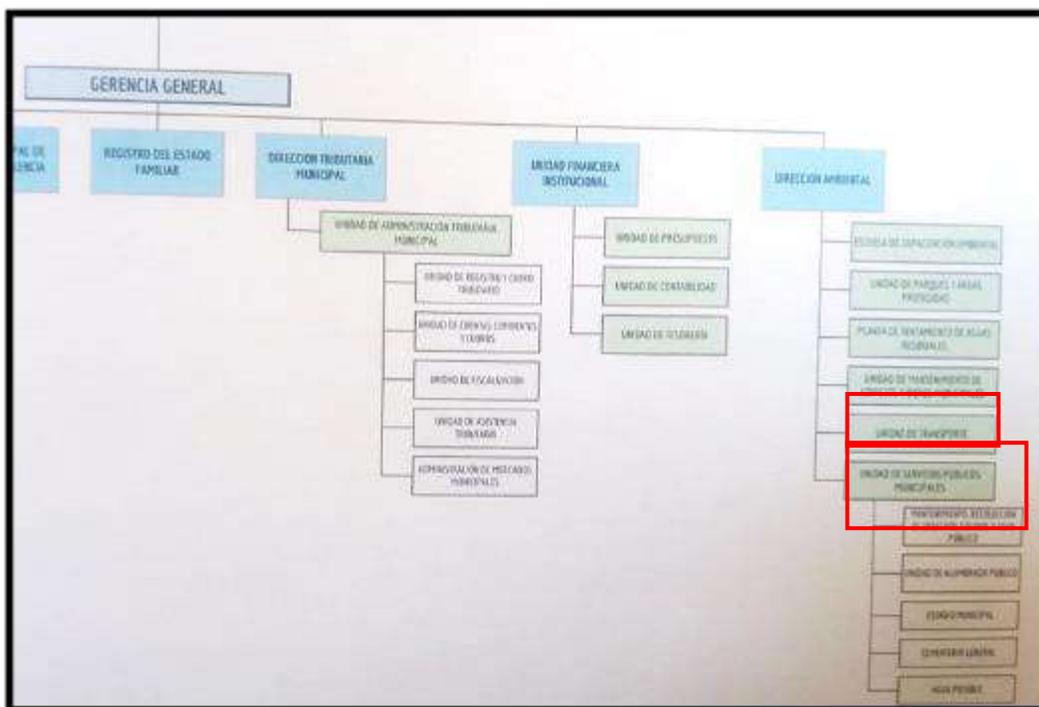


Ilustración 19: Estructura orgánica de la Alcaldía Municipal de La Unión

PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE RUTAS DE RECOLECCIÓN

PROGRAMACIÓN

La unidad encargada de elaborar las rutas de recolección y su respectiva programación es: “Unidad de Servicios municipales”. El jefe de esta unidad y el supervisor de motoristas son los encargados de elaborar las rutas según la experiencia que tienen y el recurso disponible. En ese sentido, no se programan las rutas tomando en cuenta una macro localización y micro localización o considerando capacidad de los vehículos y demanda de desechos sólidos generados.

Como se observa en el apartado 7.1.2.1 “RUTAS ACTUALES DE RECOLECCIÓN”, existen 7 rutas, las cuales son programadas prácticamente todos los días de la semana, excepto los domingos que es descanso.

CONTROL

Cada vehículo cuenta con una bitácora, la cual se llena diariamente. Algunos de los datos que contempla son: día, fecha, kilometraje inicial y kilometraje final. Al final del mes la Unidad de Transporte resguarda las bitácoras.

PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTOS A LOS VEHÍCULOS

El control de los mantenimientos y la programación de los mismos lo realiza la Unidad de Transporte. Se realizan 2 tipos de mantenimientos:

- **Preventivo:** Para vehículos livianos se realiza mensualmente y para vehículos de carga pesada una vez cada mes y medio.

Los mantenimientos son:

- Cambio de aceite
- Revisión de llantas
- Revisión de sistema hidráulico para compactadores
- **Correctivo:** Se realiza cada vez que un vehículo sufre un desperfecto mecánico (reparación).

Para ambos mantenimientos se cuenta con un proveedor (taller especializado) con el cual se genera un contrato anual.

CONTROL DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR

El control de los costos se realiza según la unidad que está encargada de cada aspecto, por ejemplo:

- Pago a los motoristas y control del pago al lugar de disposición: Unidad de Servicios Municipales.
- Mantenimientos reparaciones y combustible: Unidad de Transporte

Como se ha mencionado no se cuenta con un sistema informático especializado que ayude a controlar y gestionar de mejor forma estos costos.

CONSUMO Y CONTROL DE COMBUSTIBLE

Actualmente no se tiene el control del consumo de combustible por kilómetro recorrido de cada vehículo, solo se lleva de manera general el costo del consumo mensual de toda la flota, incluyendo los vehículos livianos el cual ronda entre los \$4,000 a \$8,000.

Los repostajes de combustible se realizan los días lunes y jueves en horario de 8:00 am a 01:00 pm. El encargado de realizar esta actividad es el jefe de la Unidad de Transporte Lic. Carlos Hernán Sánchez, el cuál debe estar presente siempre. Es importante mencionar que se tiene un contrato una gasolinera en específico, y el pago se realiza al final del mes.

De lo anterior es necesario recalcar algunos aspectos:

- La cantidad de combustible que se reposta dura para 3 viajes al lugar de disposición.
- Al 80% de los vehículos utilizados para la recolección de desechos no funciona el odómetro (mide los kilómetros recorridos).

SOFTWARE PARA LA GESTIONAR LA FLOTA VEHICULAR

Para llevar el control de los mantenimientos, control de combustible y cantidad de toneladas depositadas en el relleno sanitario, se utiliza Microsoft Excel y Word, es decir, no se ha uso de un software especializado para la gestión y el control de flota vehicular.

INDICADORES PARA MEDIR EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR

Al consultar sobre la aplicación de indicadores para medir el rendimiento de la flota vehicular, se mencionó que no se aplica ningún indicador. Lo anterior es un aspecto muy relevante puesto que, “lo que no se mide no se puede controlar”, por tal motivo, se vuelven necesarios los indicadores para dar seguimiento a las actividades de la flota y verificar si es necesario realizar cambios.

PROYECTOS EN EJECUCIÓN

Actualmente se está ejecutando un proyecto que está en la etapa de adjudicación, se trata de la compra de 2 camiones compactadores y la reconstrucción de 2 camiones con los que actualmente se cuenta. Esta información es importante considerarla, ya que, para el desarrollo del sistema logístico, se tomarán en cuenta estos nuevos equipos.

7.2 DIAGNÓSTICO DE LAS RUTAS ACTUALES

Para realizar el monitoreo de las rutas actuales de recolección se hizo uso de la aplicación Mi ruta, la cual permite trazar el recorrido, medir la velocidad, tiempo y distancias haciendo uso de la tecnología GPS. Para este proceso se contó con el apoyo de los motoristas para dar inicio y fin a la ruta dentro de la aplicación. Es importante mencionar que el detalle de cada ruta se hará en función de los vehículos, es decir, un vehículo por lo menos tiene 2 rutas a la semana: Ruta 1: lunes, miércoles y viernes, Ruta 2: martes, jueves y viernes.

Para mejor interpretación de la información que presenta las rutas digitadas contienen:

- Recorrido total.
- Recorrido en servicio.
- Recorrido en tránsito.
- Tiempo de ruta.

Antes de la presentación del mapa de las rutas, se presenta la tabla resumen de los datos que contiene cada ruta:

Tabla 26: Resumen de monitoreo de rutas actuales

Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	-
Distancia de recorrido en servicio	-
Distancia de recorrido en tránsito	-
Tiempo de ruta	-

A continuación, se detallan los cuadros resumen de los datos generales de cada equipo de recolección y los datos de monitoreo de cada ruta, además se representan los mapas con cada una de las rutas de recolección de desechos sólidos con su respectivo equipo asignado.

Tabla 27: Rutas actuales por camión

EQUIPO	NÚMERO DE RUTA
INTERNATIONAL 4X2 PLACA N-7074	RUTA 1 Y RUTA 2
MERCEDES BENZ PLACA N17-480	RUTA 3 Y RUTA 4
INTERNATIONAL 4X2 N-2551	RUTA 5 Y RUTA 6
KIA N-5424	RUTA 7 Y RUTA 8

DETALLE RUTAS EQUIPO N-7074

Tabla 28: Datos generales Ruta # 1

DETALLE RUTA # 1	
Días de servicio	Lunes, miércoles y viernes
Equipo	N-7074
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio El Centro. • Despensa Familiar. • Barrio Concepción. • Colonia Malie. • Colonia Miramar. • Colonia Esperanza. • Corsain. • CEPA. • Repaso. • Relleno Sanitario.
Tipo de camión	Compactador
Capacidad del camión	9 toneladas
Promedio de basura recolectada	7.5 toneladas

Tabla 29: Datos monitoreo de Ruta # 1

MONITOREO DE RUTA # 1	
Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	124 km
Distancia de recorrido en servicio	28.2 km
Distancia de recorrido en tránsito	95.8 km
Tiempo de ruta	6 horas y 26 minutos

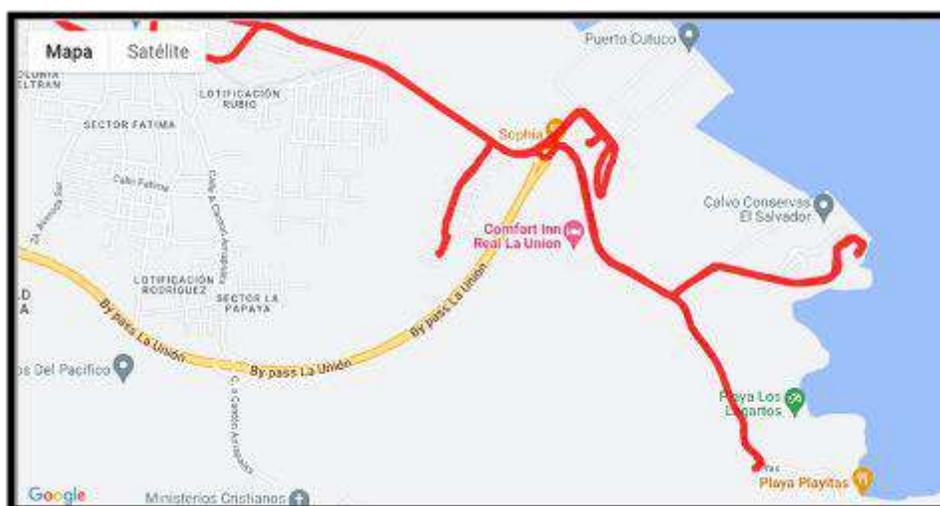


Ilustración 20. Recolección CEPA y CORSAIN.



Ilustración 21. Recorrido Centro de La Unión.

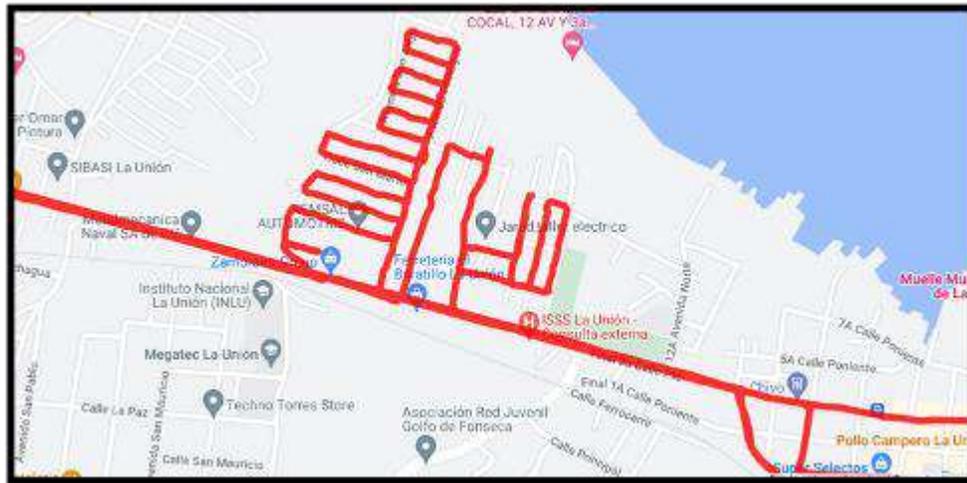


Ilustración 22. Recolección Colonia Esperanza, Miramar y Amalia.

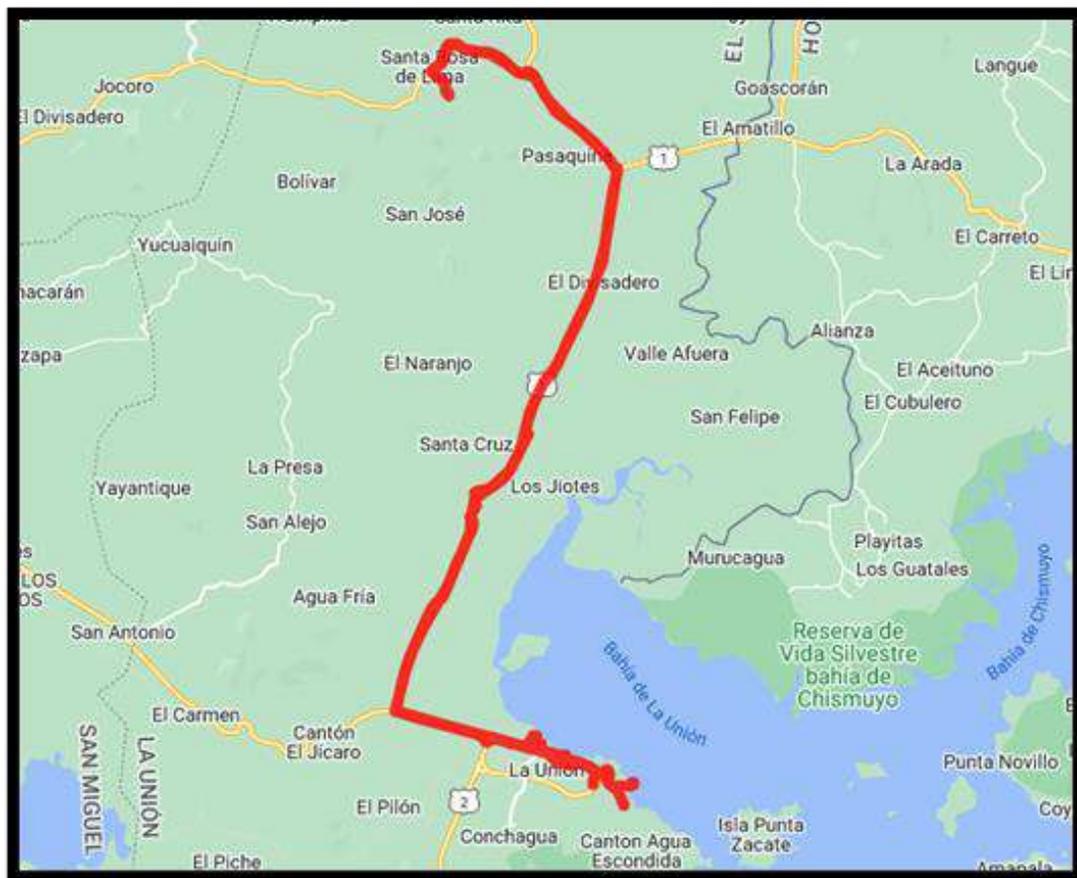


Ilustración 23. Recorrido Total Ruta # 1.

Tabla 30: Datos generales Ruta # 2

DETALLE RUTA # 2	
Días de servicio	Martes, jueves y sábado
Equipo	N-7074
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio El Centro. • Despensa Familiar. • Barrio Concepción. • Sector la Palma. • Colonia Beltrán. • Sector Villalta. • Playitas. • Chiquirín.
Tipo de camión	Compactador
Capacidad del camión	9 toneladas
Promedio de basura recolectada	7.7 toneladas

Tabla 31: Datos monitoreo de Ruta # 2

MONITOREO DE RUTA # 2	
Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	39.6 km
Distancia de recorrido en servicio	22.6 km
Distancia de recorrido en tránsito	17 km
Tiempo de ruta	5 horas

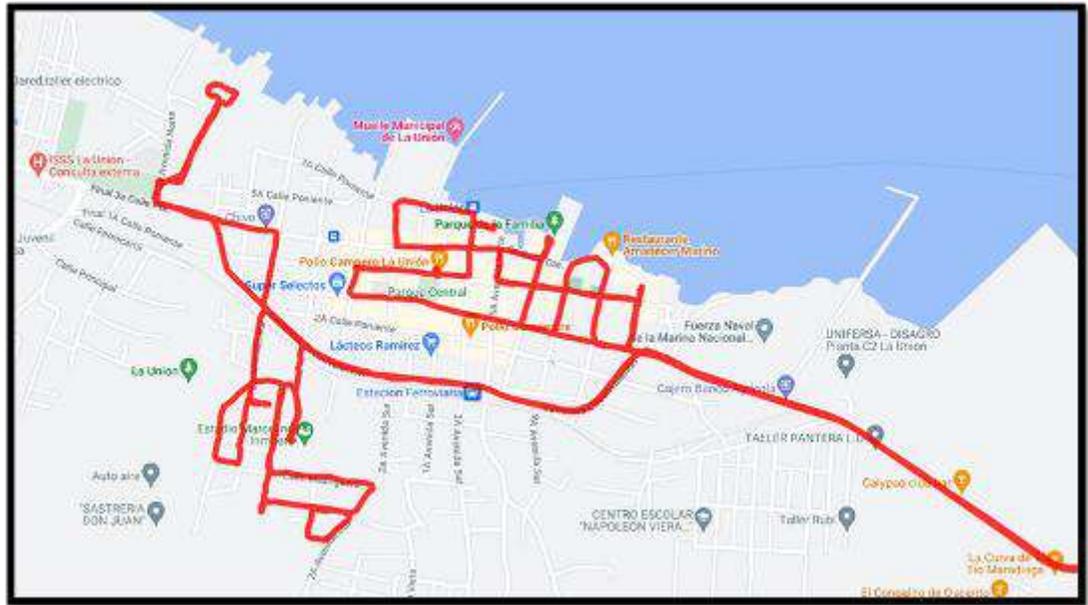


Ilustración 24. Recolección Sector la Palma, Colina Beltrán y El Centro.

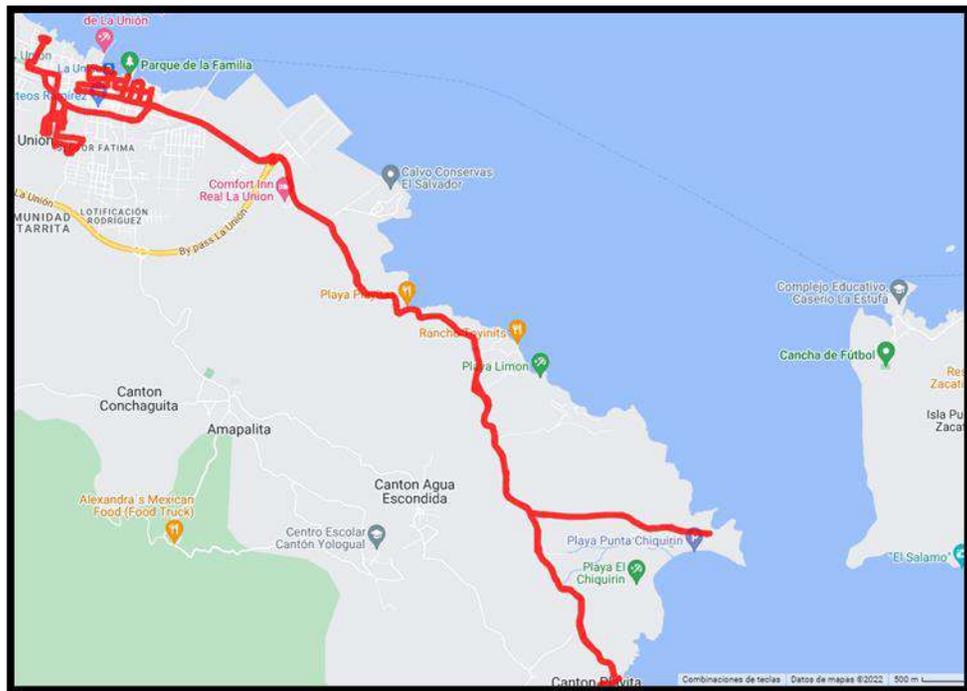


Ilustración 25. Recorrido Total Ruta # 2.

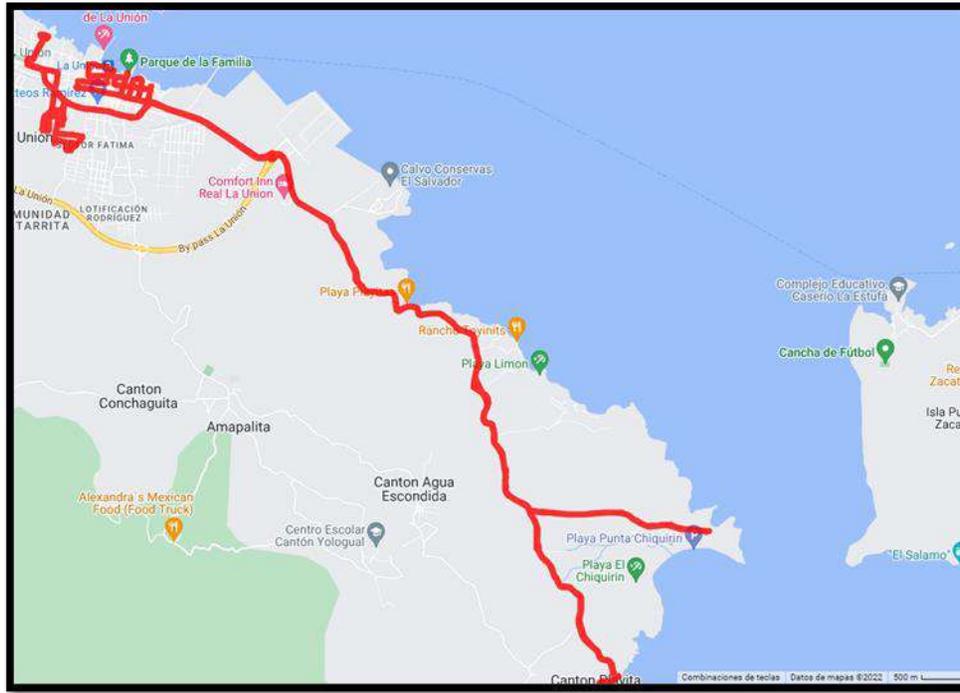


Ilustración 26. Mapa completo ruta 2.

DETALLE RUTAS EQUIPO N17-480

Tabla 32: Datos generales Ruta # 3

DETALLE RUTA # 3	
Días de servicio	Lunes, miércoles y viernes
Equipo	N17-480
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio El Centro • Barrio Concepción • Barrio Las Flores • Salidas • Hotel Confort Inn • Repaso • Relleno Sanitario
Tipo de camión	Volteo
Capacidad del camión	7 toneladas
Promedio de basura recolectada	5.5 Ton

Tabla 33: Datos monitoreo de Ruta # 3

MONITOREO DE RUTA # 3	
Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	118.9 km
Distancia de recorrido en servicio	23.1 km
Distancia de recorrido en tránsito	95.8 km



Ilustración 27. Recolección Confort Inn.



Ilustración 28. Recolección Barrio Concepción.



Ilustración 29. Recorrido Total Ruta # 3

Tabla 34: Datos generales Ruta # 4

DETALLE RUTA # 4	
Días de servicio	Martes, jueves y sábado
Equipo	N17-480
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio El Centro • Barrio Concepción • Fuerteza • Colonia Rubio • Lotificación Cutuco • Quebrachal • Salidas • Hotel Confort Inn • Repaso • Relleno Sanitario
Tipo de camión	Volteo
Capacidad del camión	7 toneladas
Promedio de basura recolectada	5.5 Toneladas

Tabla 35: Datos monitoreo de Ruta # 4

MONITOREO DE RUTA # 4	
Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	127 km
Distancia de recorrido en servicio	36.6 km
Distancia de recorrido en tránsito	90.4 km
Tiempo de ruta	12 horas 35 minutos



Ilustración 30: Recorrido Lotificación Cutuco



Ilustración 31: Recorrido Total Ruta # 4

DETALLE RUTAS EQUIPO N-2551

Tabla 36: Datos generales Ruta # 5

DETALLE RUTA # 5	
Días de servicio	Lunes, miércoles y viernes
Equipo	N-2551
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Colonia Bella Vista • Salidas • Calle la Chatarrera hasta Calle principal de Conchuagua • Cementerio a la Bella Vista • Repaso
Tipo de camión	Compactador
Capacidad del camión	9 toneladas
Promedio de basura recolectada	8.2

Tabla 37: Datos monitoreo de Ruta # 5

MONITOREO DE RUTA # 5	
Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	114 km
Distancia de recorrido en servicio	20.6 km
Distancia de recorrido en tránsito	93.4 km
Tiempo de ruta	7 horas



Ilustración 32: Recorrido Colonia Bella Vista



Ilustración 33: Recorrido Total Ruta # 5

Tabla 38: Datos generales Ruta # 6

DETALLE RUTA # 6	
Días de servicio	Martes, jueves y sábado
Equipo	N-2551
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio San Antonio • Sector La Playa • Barrio el Centro • Repaso
Tipo de camión	Compactador
Capacidad del camión	9 toneladas
Promedio de basura recolectada	8.5

Tabla 39: Datos monitoreo de Ruta # 6

MONITOREO DE RUTA # 6	
Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	116.7 km
Distancia de recorrido en servicio	25.5 km
Distancia de recorrido en tránsito	91.2 km
Tiempo de ruta	8 horas y 19 minutos



Ilustración 34: Recorrido Barrio San Antonio



Ilustración 35. Mapa completo ruta 6 actual.

DETALLE RUTAS EQUIPO N-5424 (KIA)

Tabla 40: Datos generales Ruta # 7

DETALLE RUTA # 7	
Días de servicio	Lunes, miércoles y viernes
Equipo	N-5424 (KIA)
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Faro con basureros • Altos de San Benito • Repaso centro • Promotorios y aceras limpias
Tipo de camión	Sencillo
Capacidad del camión	3 toneladas
Promedio de basura recolectada	1.3 toneladas

Tabla 42: Datos generales Ruta # 8

DETALLE RUTA #8	
Días de servicio	Martes, jueves y sábado
Equipo	N-5424 (KIA)
Lugares de recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Sector Ele • Supervisión de ex botaderos • Calle a San Miguel • Lotificación Santa María • Lotificación Santa Mónica 1 y 2 • Pueblo Viejo • Playitas
Tipo de camión	Sencillo
Capacidad del camión	3 toneladas
Promedio de basura recolectada	1.6 toneladas

Tabla 43: Datos monitoreo de Ruta # 8

MONITOREO DE RUTA # 8	
Descripción	Datos
Distancia de recorrido total	109.2 km
Distancia de recorrido en servicio	22.2 km
Distancia de recorrido en tránsito	87 km
Tiempo de ruta	8 horas



Ilustración 37. Recorrido Pueblo Viejo y Chiquirín.



Ilustración 38. Recorrido Lotificación Santa Mónica y Santa María.



Ilustración 39. Recorrido Total Ruta # 8.

7.3 ANÁLISIS FODA

		FORTALEZAS	DEBILIDADES
		FODA	<p>F1: Cantidad de personal</p> <p>F2: Registro y control de vales de disposición de desechos</p> <p>F3: Vehículos propios.</p> <p>F4: Control y registro de combustible.</p> <p>F5: Lugar para resguardo de vehículos.</p>

OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS F-O	ESTRATEGIAS D-O
<p>O1: Optimización de recursos mediante el empleo eficiente de la logística.</p> <p>O2: Mejora del servicio de recolección de desechos sólidos.</p> <p>O3: Proyectos de separación de residuos y reciclaje con las comunidades.</p> <p>O4. Proyectos de inversión por parte de organismos internacionales.</p>	<p>F1, F2, F3, F4, F5,-O1, O2: Diseñar un sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos en la ciudad de La Unión.</p> <p>F1, F2, F3, F4, F5-O2: Generar proyectos encaminados a separar los residuos y concientizar al reciclaje.</p> <p>F1,F3-O3, O4 :Realizar convenios con instituciones para realizar trabajos de investigación, proyección social y de inversión.</p>	<p>D1, D3-O1, O2: Rediseñar las rutas de recolección mediante criterios técnicos logísticos.</p> <p>D2-O1, O2: Renovar la flota vehicular para brindar un mejor servicio a la población.</p> <p>D4, D8, -O1, O2: Crear indicadores para la medición de las actividades de la recolección de desechos.</p> <p>D5, D6-O1: Desarrollar programas de capacitación al personal en temas relacionados a la gestión de la flota vehicular.</p> <p>D7, D8 D9, -O1: Elaborar una plataforma que permita controlar y optimizar los procesos contemplados en el sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular.</p>
AMENAZAS	ESTRATEGIAS F-A	ESTRATEGIAS D-A
<p>A1: Pandemia.</p> <p>A2: Contaminación.</p> <p>A3: Desastres naturales.</p>	<p>F1 -A1: Realizar campaña de concientización a los empleados y socios sobre medidas de prevención para reducir riesgo de contagio del COVID-19.</p> <p>F1, F2-A2: Cumplir eficientemente con las rutas de recolección para evitar promotorios de basura.</p> <p>F1-A3: Elaborar programas de concientización a la población para evitar acumulación basura en las calles y se generen botaderos.</p>	<p>D1, D3-A2: Elaborar formatos para el control de de las rutas, mantenimientos, combustible y costos, que ayuden a optimizar los recursos y brindar un mejor servicio.</p> <p>D7-A2,A3: Desarrollar una propuesta de digitalización de datos para gestionar eficientemente la información</p>

8 CONCLUSIONES

1. El 72% de la población del municipio de La Unión tiene acceso al servicio de recolección brindado por la comuna. Sin embargo, el 22% realiza quema de basura, el 4% deposita la basura en un predio baldío, estos últimos porcentajes son perjudiciales para el medio ambiente. Es importante recalcar que solamente el 2% de la población recicla la basura que genera. La población que no tiene acceso al servicio de recolección representa el 26% la cual corresponde al área rural.
2. El promedio de desechos sólidos (kg) que se generan diariamente por casa según el área, corresponde a 3.1 kg en el área urbana y 2.9 kg en el área rural. Considerando que en promedio en el área urbana viven 4 personas por hogar y el área rural 5 personas, la producción per cápita diaria corresponde a 0.78 kg para el área urbana y 0.58 kg para el área rural, obteniendo un promedio de 0.68 kg.
3. La flota vehicular que se emplea actualmente para la recolección de desechos sólidos presenta deficiencias en cuanto al desgaste, falta de mantenimientos oportunos, sobre uso. Lo anterior conlleva a que éstos pasen más tiempo en reparación que en servicio.
4. Las rutas actuales de recolección se elaboraron de manera empírica. El jefe de la unidad de transporte y el supervisor de motoristas son los encargados de elaborar las rutas según la experiencia que tienen y el recurso disponible. En ese sentido, no se programan las rutas tomando en cuenta sectores y subsectores, macro rutas y micro rutas, o considerando capacidad de los vehículos y demanda de desechos sólidos generados. Además, en la planificación actual existen 7 rutas de recolección, pero técnicamente son más, ya que cada vehículo por lo menos hace 2 rutas distintas a la semana. Por ejemplo, la ruta del día lunes se repite el miércoles y viernes, y la ruta del martes, se repite el jueves y sábado. Por último, la comuna no cuenta con los datos del kilometraje que se recorre en cada ruta, tiempos y mapas.
5. A lo largo de la investigación se pudo constatar que muy buena parte de habitantes del municipio de La Unión no practican un adecuado manejo de los desechos sólidos domiciliarios. Los malos hábitos que, en su mayoría, se acomodan y dejan toda la responsabilidad de lo que conlleva la recolección de los desechos sólidos a la municipalidad, lo cual reduce la efectividad de recolección, esto se evidencia en recipientes no idóneos utilizados por la población al momento de almacenar los desechos previos a la recolección, sacar la basura el día que no corresponde, dejar la basura al alcance de los animales, entre otros.
6. Se ha desarrollado un sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos que permita optimizar los recursos y mejorar el servicio en la Alcaldía Municipal de La Unión, pero para que este se afectivo se debe: renovar la flota vehicular, capacitar al personal y hacer cumplir cada punto del sistema. El sistema logístico se presenta en otro documento como producto derivado de esta investigación.

9 RECOMENDACIONES

1. Para que el presente proyecto tenga el impacto esperado es necesaria la renovación de la flota vehicular, puesto que los vehículos actuales ya finalizaron su vida útil.
2. Con el propósito de consolidar, conocimientos relacionados al procedimiento de recolección por parte de los equipos de trabajo, se recomienda realizar una capacitación a los empleados, por una persona capacitada que conozca el nuevo sistema logístico de recolección, para aclarar procedimientos que no se tengan muy claros.
3. Realizar periódicamente capacitaciones al personal involucrado en la recolección de desechos sólidos, para que cuenten con los conocimientos necesarios y puedan brindar un mejor servicio.
4. Registrar la información derivada de la operación de los vehículos empleados para la recolección de desechos sólidos, en la plataforma informática creada para tal fin, de manera que los indicadores puedan ser verídicos y de impacto positivo a la gestión.
5. Es menester realizar campañas informativas, para educar y concientizar a la población, en el buen uso del servicio de recolección y evitar los focos de infección y remanentes ocasionados por colocar desechos en zonas que no han sido establecidas para ello.
6. Definir e implementar programas de educación comunitaria, para mejorar la disposición de los desechos sólidos como la separación de estos, con ello aprovechar recursos y disminuir la cantidad que se deposita en el relleno sanitario. En este sentido trabajar de la mano con las Asociaciones de desarrollo comunal (ADESCO), para promover en las comunidades los buenos hábitos para el adecuado manejo de los desechos sólidos domiciliarios.
7. Con el fin de evitar que los vehículos recolectores se deterioren rápidamente y se reduzca la vida útil, se debe cumplir con el programa de mantenimiento preventivo, para poder proporcionar adecuadamente el servicio de recolección y evitar desperfectos mecánicos durante la jornada de trabajo.
8. Considerar a futuro el diseño una estación de transferencia, que permita almacenar temporalmente los desechos sólidos recolectados, de tal forma que los camiones recolectores disponibles sean divididos, en los que realizarán las rutas hasta la estación de transferencia y otros que transportarán los desechos de la estación de transferencia al lugar de disposición final, esto permite utilizar los camiones más grandes para la disposición final y optimizar recursos.
9. Es importante que periódicamente la Alcaldía realice encuestas a la población que muestren en qué medida las nuevas rutas propuestas satisfacen sus expectativas y se identifican nuevas necesidades.

10 GLOSARIO

- **Almacenamiento.** Acción de retener temporalmente desechos, mientras no sean entregados al servicio de recolección, para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.
- **Contaminación por desechos sólidos.** La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o la gestión y la disposición final inadecuadas de los desechos sólidos.
- **Desechos Sólidos.** Son aquellos materiales no peligrosos, que son descartados por la actividad del ser humano o generados por la naturaleza, y que, no teniendo una utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables.
- **Flota de vehículos.** es el conjunto de automóviles o medios de transporte de los que dispone una empresa o individuo para su actividad empresarial.
- **Generador de desechos sólidos.** Toda persona, natural o jurídica, pública o privada, que, como resultado de sus actividades, pueda crear o generar desechos sólidos.
- **Lixiviado.** Líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.
- **Relleno Sanitario.** Es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnica de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos lixiviados.
- **Recolección.** Acción de recoger y trasladar los desechos generados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, reúso o a los sitios de disposición final.
- **Repostar.** Abastecer de combustible.
- **Tara.** Peso neto de un vehículo de transporte.
- **Tratamiento o Procesamiento.** Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Salud, «Principales causas de mortalidad ocurridas en la Red de Hospitales del MINSAL,» MINSAL, San Salvador, El Salvador, 2019.
- [2] D. A. Chávez Saravia y L. Á. Ramírez Benítez, «ESTUDIO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR,» Universidad de El Salvador, San Miguel, El Salvador, 2013.
- [3] Ministerio de Agricultura y Ganadería, «Segundo Censo Nacional de Manejo de desechos sólidos,» MARN-BID 1209/OC-ES, El Salvador, 2019.
- [4] E. R. Oviedo Ocaña, L. F. Marmolejo Rebellón y P. Torres Lozada, «Intervenciones priorizadas en plantas de manejo de residuos sólidos mediante la aplicación del análisis estructural,» Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2011.
- [5] R. Ballou, Administración de la cadena de suministro, México: Pearson Prentice Hall, 2011.
- [6] D. Bowersox, D. Closs y M. Cooper, Administración y logística en la cadena de suministro, México: 2da Ed. Editorial Mc Graw Hill, 2012.
- [7] R. Carro Paz y D. González Gómez, «Logística Empresarial,» 2010. [En línea]. Available: http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logistica_empresarial.pdf. [Último acceso: 20 Enero 2022].
- [8] Tech El Salvador, «Introducción a sistemas logísticos,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.techitute.com/sv/escuela-de-negocios/blog/introduccion-a-sistemas-logisticos>. [Último acceso: 25 Julio 2022].
- [9] J. M. Fernández Gómez, Introducción a la Gestión de Flota de Vehículos, España: Safecreative.
- [10] Beetrack, «Ruta de transporte: tipos, diseño y planificación de rutas logísticas,» [En línea]. Available: <https://www.beetrack.com/es/blog/ruta-de-transporte-dise%C3%B1arla>. [Último acceso: 3 Marzo 2022].
- [11] Asamblea Legislativa de El Salvador, «REGLAMENTO ESPECIAL SOBRE EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS, EL SALVADOR,» DECRETO EJECUTIVO Nº: 42 FECHA: 31/5/2000 D. OFICIAL: 101 TOMO: 347, El Salvador, 2000.
- [12] P. Ángel Cobo y D. Pérez, «PHP y MySQL, Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones Web.,» Diaz de Santos, España, 2005.
- [13] A. Silberschatz y H. Korth, Fundamentos de Bases de Datos, Madrid, España: McGraw Hill, 2002.
- [14] I. GILFILLAN, LA BIBLIA DE MYSQL, Madrid, España: ANAYA MULTIMEDIA, 2003.
- [15] L. Joyanes Aguilar, Programación Orientada a Objetos, Madris, España: Segunda Ed. McGraw-Hil, 2006.

12. ANEXOS

12.1 ANEXO 1: FORMATO DE ENTREVISTA RECURSOS ACTUALES

 ITCA FEPADE TÉCNICOS E INGENIEROS		ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE REGIONAL LA UNIÓN -FORMATO DE ENTREVISTA-	
PROYECTO INVESTIGACIÓN:	DE	“DESARROLLO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO PARA LA GESTIÓN EFECTIVA DE LA FLOTA VEHICULAR EMPLEADA PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA UNIÓN”. EN ASOCIO CON LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA UNIÓN.	
INVESTIGADOR:	ING. SAMUEL ENRIQUE ORELLANA PAZ		
COINVESTIGADOR:	ING. EDGARDO ANTONIO CLAROS QUINTANILLA		
INSTITUCIÓN:	ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA UNIÓN.		
ENTREVISTADO:		CARGO:	
ÁREA:		FECHA:	

Objetivo: Recopilar información sobre los recursos actuales (humano, maquinaria y equipo, y costos) utilizados en la gestión de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos.

1. ¿Cuál es el recurso humano involucrado en la gestión y operación de la flota vehicular?

N.º	RECURSO HUMANO	CANTIDAD
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

2. ¿El recurso humano recibe capacitaciones sobre la gestión efectiva de la flota vehicular? Si la respuesta es sí, mencione algunos temas de capacitaciones.

3. ¿Cuáles son los vehículos empleados para la recolección de desechos sólidos?

N.º	MARCA	AÑO	CAPACIDAD DE CARGA	ESTADO
1				
2				
3				
4				

4. ¿Qué equipo tecnológico se utiliza en la gestión y operación de la flota vehicular?

N.º	EQUIPO	CANTIDAD
1		
2		
3		
4		

5. ¿Cuál es el presupuesto anual asignado a la recolección de desechos sólidos?

6. ¿Cuál es el ingreso mensual (tasas) para la recolección de desechos sólidos?

7. ¿Cuál es el costo mensual de recolección y disposición?

8. Detalle sobre costos de la flota vehicular.

COSTOS DIRECTOS

DETALLE	COSTO	PERIODICIDAD
COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN		
<u>INELUDIBLES</u>		
-COMBUSTIBLE		
-NEUMÁTICOS		
-MANTENIMIENTOS		
-AVERÍAS		
-ACCIDENTES		
<u>ELUDIBLES</u>		
-MULTAS		
-DIETAS		
-INCENTIVOS		
COSTOS FIJOS		
<u>COSTOS DE CAPITAL</u>		
-DEPRECIACIÓN		
-FINANCIACIÓN		
<u>COSTOS DE OPERACIÓN</u>		
-CONDUCTORES		
-SEGUROS		
-IMPUESTOS Y TASAS		

COSTOS INDIRECTOS

DETALLE	COSTO	PERIODICIDAD
SOFTWARE		
HARDWARE		
PERSONAL		
INFRAESTRUCTURA		

12.2 ANEXO 2: FORMATO ENTREVISTA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

12  <small>TÉCNICOS E INGENIEROS</small>	ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE REGIONAL LA UNIÓN -FORMATO DE ENTREVISTA-		
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	“DESARROLLO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO PARA LA GESTIÓN EFECTIVA DE LA FLOTA VEHICULAR EMPLEADA PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA UNIÓN”. EN ASOCIO CON LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA UNIÓN.		
INVESTIGADOR:	ING. SAMUEL ENRIQUE ORELLANA PAZ		
COINVESTIGADOR:	ING. EDGARDO ANTONIO CLAROS QUINTANILLA		
INSTITUCIÓN:	ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA UNIÓN.		
ENTREVISTADO:		CARGO:	
ÁMBITO:	RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	FECHA:	

Objetivo: Recopilar información sobre la logística de recolección de desechos sólidos en el municipio de La Unión para realizar un diagnóstico del uso de la flota vehicular.

1. **¿Cuáles son las rutas de recolección actualmente?**
2. **¿Qué lugares actualmente no se abarcan en la recolección de desechos sólidos? ¿Por qué?**
3. **¿Cuál es el promedio de mensual en toneladas de desechos recolectados?**
4. **¿Cuál o cuáles son los lugares de disposición?**
5. **¿De qué manera se realiza el control de lixiviados?**
6. **¿Se cuentan con planes de contingencia para dar respuesta a imprevistos, por ejemplo: cuando se avería uno o más vehículos?**

12.3 ANEXO 3. FORMATO DE ENTREVISTA GESTIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR

		ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE REGIONAL LA UNIÓN -FORMATO DE ENTREVISTA-	
PROYECTO INVESTIGACIÓN:	DE	“DESARROLLO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO PARA LA GESTIÓN EFECTIVA DE LA FLOTA VEHICULAR EMPLEADA PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA UNIÓN”. EN ASOCIO CON LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA UNIÓN.	
INVESTIGADOR:	ING. SAMUEL ENRIQUE ORELLANA PAZ		
COINVESTIGADOR:	ING. EDGARDO ANTONIO CLAROS QUINTANILLA		
INSTITUCIÓN:	ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA UNIÓN.		
ENTREVISTADO:		CARGO:	
AREA:		FECHA:	

Objetivo: Recopilar información sobre elementos relacionados a la Gestión de la Flota Vehicular, empleada para la recolección de desechos sólidos.

1. ¿De qué manera se realiza la programación de rutas de recolección?
2. ¿Cómo se realiza la programación de los mantenimientos a los vehículos?
3. ¿De qué forma llevan el control de los costos asociados a la gestión de la flota vehicular?
4. ¿De qué manera miden el consumo del combustible? ¿Cómo se lleva el control de este costo?
5. ¿Qué software utilizan para la gestionar la flota vehicular?
6. ¿Utilizan indicadores para medir el rendimiento de la flota vehicular?
7. ¿Mencione las deficiencias identificadas en la gestión actual de la flota vehicular?

12.4 ANEXO 4. FORMATO ENCUESTA REALIZADA A LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

Estimado/a, como parte del proyecto de investigación denominado: “Desarrollo de un sistema logístico para la gestión efectiva de la flota vehicular empleada para la recolección de desechos sólidos en la ciudad de La Unión” el cual está siendo elaborado por las carreras de Ingeniería en Logística y Aduanas y Técnico en Desarrollo de Software de ITCA-FEPADE MEGATEC LA UNIÓN, solicitamos su ayuda para responder la siguiente encuesta.

IMPORTANTE: Solo responder si usted vive en la ciudad de La Unión o sus cantones.

1. Seleccione el lugar del municipio de La Unión donde vive

- Barrio San Antonio
- Barrio las Flores
- Barrio Concepción
- Barrio Honduras
- Barrio El Centro
- Colonia Beltran
- Colonia Esperanza
- Colonia Amalie
- Colonia Miramar
- Colonia Bella Vista
- Sector La Palma
- Sector La Playa
- Sector Campo Villalta
- Sector Fuerzeza
- Lotificación Santa Mónica
- Lotificación Cutuco
- Matarrita
- Colonia la Trinidad
- Cantón Agua Caliente
- Cantón Agua Escondida
- Cantón Amapalita
- Cantón Chiquirín
- Cantón El Coyolito
- Cantón El Júcaro
- Cantón El Tihuilotal
- Cantón La Quezadilla
- Cantón Las Maderas
- Cantón Loma Larga
- Cantón Sirama
- Otros:

2. ¿Qué hace con la basura que se genera en su casa?

- Se deposita en el camión recolector
- Se quema
- Se deposita en otro lugar "predio baldío"
- Se recicla
- Otros:

3. ¿En el lugar donde vive, se brinda el servicio de recolección de desechos sólidos?

- Sí
- No

Si la respuesta anterior fue SI, favor responder pregunta 4 y 5, de lo contrario pasar a la pregunta 6.

4. ¿Qué días pasa el camión recolector?

- Lunes
- Martes
- Miércoles
- Jueves
- Viernes
- Sábado
- Domingo

5. ¿Aproximadamente a qué horas pasa el camión recolector?

- 7:00 am - 8:00 am
- 8:00 am - 9:00 am
- 9:00 am - 10:00 am
- 11:00 am - 12:00 pm
- 12:00 pm - 01:00 pm
- 01:00 pm - 02:00 pm
- 02:00 pm - 03:00 pm
- 03:00 pm - 04:00 pm
- 04:00 pm - 05:00 pm
- No tiene una hora en específico ya que cada vez pasa en diferente horario.

6. Aproximadamente que cantidad de basura se genera en su casa diariamente (en kilogramos) *

7. ¿Cuántas personas viven en su casa? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

- 10
- Otros:

8. ¿Qué deficiencias ha identificado en el servicio actual de recolección de desechos sólidos? *

- El camión recolector no pasa los días que corresponden
- El camión recolector pasa en diferentes horarios
- Los auxiliares de recolección dejan basura en la calle luego de depositarla en el camión
- El camión deja lixiviados (fluido generado por la descomposición de la basura) en su trayecto
- Otros:

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv



ISBN: xxx-xxxx-xx-xx-x (Impreso)
ISBN: xxx-xxxx-xx-xx-x (E-book)