



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

**Diseño de rutas de transporte para optimizar la
recolección de residuos sólidos en la
municipalidad de José Leonardo Ortiz.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) INDUSTRIAL**

Autores:

Bach. Izquierdo Correa Anyela Rudy

ORCID (<https://orcid.org/0009-0001-3751-15710>)

Bach. Perez Perez Manuel

ORCID (<https://orcid.org/0009-0000-5441-3693>)

Asesor:

Mg. Purihuamán Leonardo, Celso Nazario

ORCID (<https://orcid.org/0000-0003-1270-0402>)

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

**Diseño de rutas de transporte para optimizar la
recolección de residuos sólidos en la
municipalidad de José Leonardo Ortiz.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) INDUSTRIAL**

Autores:

Bach. Izquierdo Correa Anyela Rudy

ORCID (<https://orcid.org/0009-0001-3751-15710>)

Bach. Perez Perez Manuel

ORCID (<https://orcid.org/0009-0000-5441-3693>)

Asesor:

Mg. Purihuamán Leonardo, Celso Nazario

ORCID (<https://orcid.org/0000-0003-1270-0402>)

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

APROBACIÓN DEL JURADO DE TESIS

Dr. Vásquez Coronado, Manuel Humberto

Presidente del jurado de tesis

Mg. Purihuamán Leonardo, Celso Nazario

Secretario del jurado de tesis

Mg. Cumpa Vásquez, Jorge Tomas

Vocal del jurado de tesis





DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la **DECLARACIÓN JURADA**, somos **egresado (s)** del Programa de Estudios de **Escuela profesional de Ingeniería Industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

**DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE PARA OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN
DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE JOSÉ LEONARDO
ORTIZ**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Izquierdo Correa Anyela Rudy	DNI: 48487853	
Perez Perez Manuel	DNI: 47640040	

Pimentel, 23 de agosto del 2023

DEDICATORIA

A mi madre por su apoyo y haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

A mi padre que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

Izquierdo Correa Anyela Rudy

A mi madre querida quien con esfuerzo y sacrificio me educo con valores para salir adelante.

A mis hermanos por su apoyo incondicional y motivación para lograr este objetivo.

Perez Perez Manuel

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente de toda inspiración y causa fundamental de todo lo que existe.

A nuestros padres y hermanos, cuyo incondicional apoyo fue fundamental para el logro de este proyecto.

A nuestros tíos y primos, siempre presentes en todo momento.

A nuestros amigos, con quienes hemos reído y compartido mil y una aventuras.

De manera muy especial agradecemos a nuestros asesores y profesores quienes nos apoyaron para forjarnos un futuro mejor con esta carrera profesional.

DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE PARA OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ.

DESIGN OF TRANSPORTATION ROUTES TO OPTIMIZE THE COLLECTION OF SOLID
WASTE IN THE MUNICIPALITY OF JOSÉ LEONARDO ORTIZ.

Izquierdo Correa Anyela Rudy

Pérez Pérez Manuel

Resumen

El presente Trabajo de investigación tiene como objetivo proponer el método más adecuado de diseño de rutas para que la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, optimice la recolección de los residuos sólidos.

El tema de programación lineal de rutas no ha sido explorado ni sustentado de manera contundente en el panorama nacional, como así lo demuestra el análisis de la investigación. Esto contrasta con el hecho de que la distribución de rutas de recolección es la operación más significativa para las municipalidades del país.

Los logros obtenidos han sido:

- *La solución propuesta desarrolla la programación de rutas en dos partes: la sectorización de rutas (microrutas) y el modelo de optimización (macrorutas).*
- *En la propuesta de optimización de la recolección de residuos sólidos, se propone una solución adecuada al modelo, mediante la teoría antes revisada y adaptándolo empíricamente a la práctica. De esa manera se reducirá el tiempo total de viaje y se optimizará la recolección de residuos sólidos.*
- *La solución brindada estima un ahorro de recursos por el uso óptimo de recorridos y gastos de combustible, también se propone nuevas rutas de recolección de residuos*

sólidos para que la municipalidad de JLO implemente y optimice el costo por recolección de residuos sólidos.

Palabras clave: Residuos sólidos, recolección, mejora de rutas, programación Lineal

1. Adscrita a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial Pregrado:
Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, Email peperezma@crece.uss.edu.pe
Código ORCID
2. Adscrita a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial Pregrado:
Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, Email izquierdoa@crece.uss.edu.pe
Código ORCID

ASBTRACT

The present research aims to implement the most appropriate method of route optimization for the municipality to optimize routes in order to improve the collection of solid waste, the subject of linear route optimization has not been explored or supported by decisively in the national scene, as demonstrated by the research analysis. This contrasts with the fact that the distribution of collection routes is the most significant operation for municipalities.

The achievements were:

- The solution proposed route optimization develops into two parts: the sectorization of routes (microrutas) and the optimization model (macrorutas).
- In the optimization model, an appropriate solution to the model proposed by the prior revised and adapted to the practical theory empirically. That way you reduce the total travel time and the collection of solid waste is optimized.
- The solution provided estimates a saving of resources due to inappropriate use of routes and fuel costs, it also proposes new solid waste collection routes for the municipality of JLO to implement and optimize the cost of solid waste collection.

Keywords: Solid waste, collection, improvement of routes, Linear programming

INDICE GENERAL

1. Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	15
1.1.	Realidad Problemática	15
1.2.	Antecedentes de estudio.	19
1.3.	Teorías relacionadas al tema.	21
1.4.	Formulación del problema.....	49
1.5.	Justificación e Importancia de la Investigación	49
1.6.	Hipótesis	50
1.7.	Objetivos de la investigación.	50
1.7.1.	Objetivo General:.....	50
1.7.2.	Objetivos específicos:	50
II.	MATERIALES Y METODOS.....	51
2.1.	Tipo y diseño de la investigación	51
2.2.	Población y muestra	51
2.3.	Variables y operacionalización	53
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	56
2.5.	Procedimiento de análisis de datos	57
2.6.	Aspectos éticos	58
2.7.	Criterios de rigor científico.....	59
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
3.1.	Diagnóstico del problema de diseño de rutas de recolección de residuos sólidos en JLO.....	60
3.2.	Propuesta de investigación	77
3.3.	Discusión de resultados.....	144
3.4.	Aporte práctico	146
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
4.1.	CONCLUSIONES	146
4.2.	RECOMENDACIONES.....	148

Referencias 150

ANEXOS 152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Código de colores para los residuos del ámbito municipal	22
Tabla 2. Código de color de residuos no municipales	23
Tabla 3. Tiempo de crecimiento de la mosca.	39
Tabla 4. Zonas de recolección de residuos sólidos José Leonardo Ortiz	51
Tabla 5. Operacionalización de la variable Dependiente	54
Tabla 6. Operacionalización de la variable Independiente	55
Tabla 7. Organización de la municipalidad de JLO	62
Tabla 8. Principales Actividades económicas del Distrito de JLO.....	63
Tabla 9. Generación total de residuos sólidos en JLO	69
Tabla 10. Composición física de los residuos sólidos del distrito de JLO	71
Tabla 11. Calificación de riesgo de los residuos sólidos en JLO	72
Tabla 12. Distribución de toneladas RRSS por Ruta Propuesta en JLO	84
Tabla 13. Recolección de RRSS en la zona N° 1.....	88
Tabla 14. Recolección de RRSS en la zona N° 2.....	89
Tabla 15. Recolección de RRSS en la Zona N° 3.	91
Tabla 16. Recolección de RRSS en la Zona N° 4.	94
Tabla 17. Recolección de RRSS en la Zona N° 5	97
Tabla 18. Recolección de RRSS en la Zona N° 6.	99
Tabla 19. Recolección de RRSS en la Zona N° 7.	100
Tabla 20. Recolección de RRSS en la Zona N° 8	102
Tabla 21. Recolección de RRSS en la Zona N° 9.	105
Tabla 22. Recolección de RRSS en la Zona N° 10.	107
Tabla 23. Recolección de RRSS en la Zona N° 11.	110
Tabla 24. Recolección de RRSS en la Zona N° 12.	113
Tabla 25. Recolección de RRSS en la Zona N° 13.	115
Tabla 26. Recolección de RRSS en la Zona N° 14	116
Tabla 27. Recolección de RRSS en la Zona N° 15	119
Tabla 28. Recolección de RRSS en la Zona N° 16	121
Tabla 29. Recolección de RRSS en la Zona N° 17.	122
Tabla 30. Recolección de RRSS en la Zona N° 18.	124
Tabla 31. Recolección de RRSS en la Zona N° 19	126
Tabla 32. Recolección de RRSS en la Zona N° 20.	128
Tabla 33. Recolección de RRSS en la Zona N° 21.	130
Tabla 34. Recolección de RRSS en la Zona N° 22.	132
Tabla 35. Costos de adquisición de maquinaria para recolección de RRSS.	135

Tabla 36. Costos de adquisición de herramientas para recolección de RRSS.	136
Tabla 37. Costos de adquisición de EPPs para recolección de RRSS.	136
Tabla 38. Costos de publicidad para recolección de RRSS.....	137
Tabla 39. Costos de capacitación para recolección de RRSS.....	137
Tabla 40. Costos de educación en programa 3R.	138
Tabla 41. Costos de mantenimiento para recolección de RRSS.	138
Tabla 42. Costos de operación (combustible) para recolección de RRSS.	140
Tabla 43. Inversión total para mejorar la recolección de RRSS.....	141
Tabla 44. Recaudación de arbitrio por limpieza pública.	141
Tabla 45. Proyección de recaudación de arbitrio por limpieza pública.	142
Tabla 46. Ingresos proyectados adicionales por limpieza pública.	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red logística de residuos sólidos municipales	16
Figura 2. Jerarquía del Manejo de los Residuos sólidos	24
Figura 3. Diagrama de manejo de residuos sólidos.....	26
Figura 4. Vehículos altamente tecnificados para la recolección de residuos sólidos	37
Figura 5. Vehículos especializados para la recolección de residuos sólidos	37
Figura 6. Vehículos no convencionales para la recolección de residuos sólidos.	38
Figura 7. Formulación De Variables Binarias (TSP)	44
Figura 8. Formulación y recorrido (TSP)	45
Figura 9. Ejemplo de rutas múltiples - Método fuerza bruta.....	46
Figura 10. Segundo ejemplo de rutas múltiples - Método del vecino más cercano.....	47
Figura 11. Primer paso - método vecino más cercano.	47
Figura 12. Segundo paso - método el vecino más cercano.....	48
Figura 13. Mapa geográfico del distrito de José Leonardo Ortiz.....	61
Figura 14. Estructura orgánica de la Gerencia de Servicios Públicos de JLO	64
Figura 15. Manejo Actual de los RRSS en JLO.....	72
Figura 16. Plano del distrito de José Leonardo Ortiz dividido en los sectores de trabajo.....	73
Figura 17. Generación diaria de residuos municipales (T/día).....	74
Figura 18. Vehículos convencionales para la recolección de RRSS en el Perú.....	75
Figura 19. Vehículos convencionales para la recolección de residuos sólidos en el Perú.	76
Figura 20. Diagrama de Ishikawa del problema de recolección de RRSS de JLO.....	77
Figura 21. Método de esquina o parada fija.	79
Figura 22. Método de acera.	80
Figura 23. Método intradomiciliario o de llevar y traer.	81
Figura 24. Método de contenedores.....	82
Figura 25. Ruta de recolección de RRSS zona 1	89
Figura 26. Ruta de recolección de RRSS zona 2	91
Figura 27. Ruta de recolección de RRSS zona 3	94
Figura 28. Ruta de recolección de RRSS zona 4	96
Figura 29. Ruta de recolección de RRSS zona 5	99
Figura 30. Ruta de recolección de RRSS zona 6	100
Figura 31. Ruta de recolección de RRSS zona 7	102
Figura 32. Ruta de recolección de RRSS zonas 8	104
Figura 33. Ruta de recolección de RRSS zona 9	107
Figura 34. Ruta de recolección de RRSS zona 10	110
Figura 35. Ruta de recolección de RRSS zona 11	112

Figura 36. Ruta de recolección de RRSS zona 12	114
Figura 37. Ruta de recolección de RRSS zona 13	116
Figura 38. Ruta de recolección de RRSS zona 14	118
Figura 39. Ruta de recolección de RRSS zona 15	120
Figura 40. Ruta de recolección de RRSS zona 16	122
Figura 41. Ruta de recolección de RRSS zona 17	124
Figura 42. Ruta de recolección de RRSS zona 18	126
Figura 43. Ruta de recolección de RRSS zona 19	128
Figura 44. Ruta de recolección de RRSS zona 20	130
Figura 45. Ruta de recolección de RRSS zona 21	132
Figura 46. Ruta de recolección de RRSS zona 22	134

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la alta competitividad del mundo globalizado hace necesario que las municipalidades, se enfoquen en la razón de cómo contribuir en reducir la contaminación ambiental y cómo ser más eficientes en todas sus operaciones, diagramar sus rutas para mejorar el acopio de residuos sólidos.

Un elemento significativo en la municipalidad es el acopio de residuos sólidos, basado en una asignación de rutas adecuadas, los cuales deben estar alineados a la visión operativa y estratégica, empero la creación de rutas de recolección es un trabajo basado en diseños empíricos, desfasando así la teoría, y la práctica considerado aspecto importante a utilizar en el diseño y eficacia de las rutas que han sido utilizados en otros sectores en el ámbito nacional e internacional.

I.1. Realidad Problemática

El manejo de los residuos constituye a nivel mundial un problema para las grandes y medianas ciudades; factores como: el crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, entre otros, han incrementada la generación de residuos sólidos en los pueblos y ciudades de todo el mundo [1]

En República Dominicana, el trabajo desarrollado sobre, el plan de recolección y transporte de los residuos sólidos menciona, que la problemática de los residuos sólidos se recrudece por el rápido incremento de la población y el crecimiento descontrolado, no planificado, el desarrollo industrial, las maneras de alimentación y aspectos que favorecen a un detrimento del medio ambiente y los problemas en los recursos naturales [2].

La gestión para el buen uso del medio ambiente es considerada un objetivo clave de este siglo, pero se ve afectada por la generación excesiva e indiscriminada de residuos sólidos en actividades esenciales del ser humano, que genera desechos sólidos potencialmente peligrosos en las etapas del ciclo de vida como la generación, modificación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final. Se considera primordial

entender el impacto y tratamiento adecuado de las actividades que generan problemas en la gestión del medio ambiente, y desarrollar planes de recolección y manejo que garanticé la efectividad en la protección del medio ambiente como la consecución de objetivos en todos los sectores de la cadena productiva que generé residuos sólidos.

Si nos situamos en un contexto de protección, el tema de los residuos sólidos ocupa el primer plano de la protección para el medio ambiente, este se configura como el principal desafío a desarrollar en la gestión de residuos sólidos, en cada nivel dentro de los países, regiones, provincias, distritos y la sociedad en su conjunto.

Existe una salida directa desde la generación de los residuos sólidos hasta los rellenos sanitarios o llamados botaderos (el cual se visualiza en la figura 1), si bien en condiciones anormales puede presentar deficiencias por conceptos de; costo de operación, transporte, tiempo de traslado, que al mismo tiempo reduce la vida útil de las unidades de transporte y aumenta la continuidad en el mantenimiento correctivo. [3]

Además, es de considerar que la circulación de los camiones enormes provoca congestión y deterioro de las vías de transporte, y el incremento de los efectos que causa al medio ambiente durante la ruta.

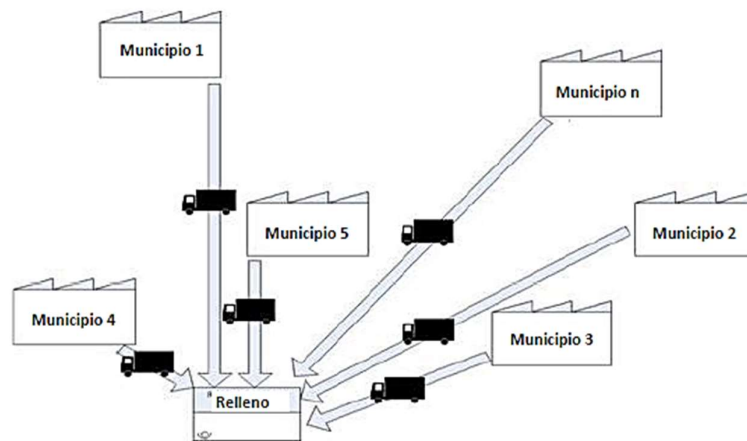


Figura 1. Red logística de residuos sólidos municipales

Fuente: III Conferencia Internacional de Gestión de Residuos Sólidos.

(Verón, Orejuela & Moyama, 2018) [3]

El Organismo Panamericano de la Salud (OPS) según la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe, considera según los indicadores per cápita, que la generación de residuos sólidos diarios en toda Latinoamérica asciende a 295.000 toneladas en residuos domiciliarios y 436.00 toneles de residuos sólidos urbanos, lo que cifras de generación en kilogramos por habitante de manera diaria, es de 0,63 kg/hab/día de residuos sólidos domiciliarios y la generación de residuos sólidos urbanos asciende a 0,93 kg/hab/día. [4]

Las municipalidades son las encargadas en su mayoría de la recolección de los residuos sólidos la cual cubre a una población de más de 50,6% y tiene otras modalidades que cubre un 45,4%.

En Latinoamérica y el Caribe el promedio de los costos unitarios del servicio de recolección de residuos sólidos es de 66,66 \$/km. El Perú tiene un costo de recolección de 21,01 \$/km, del cual resulta un costo unitario por debajo del promedio de todos los países analizados.

Nacional

Según las cifras del Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA del MINAM, en el año 2021 la producción per cápita se acentuó en un valor 0,58 kg/hab./día, a nivel nacional, lo que quiere decir que cada persona genera 0.58 kilogramos de residuos sólidos diario, a medida que aumenta la población, aumenta la producción per Cápita de residuos sólidos. En el año 2021 se han generado 8.214,355 toneladas de residuos sólidos, de las cuales el 70 % corresponde a residuos sólidos domiciliarios y el 30 % restante a los residuos no domiciliarios, con lo que se configura como principal generador a los hogares a nivel nacional. De los más de 8 millones de toneladas de residuos sólidos municipales generados, sólo el 55% fueron dispuestos adecuadamente en rellenos sanitarios, Esto demuestra que, si bien se ha dado un avance en la gestión integral de residuos sólidos, los problemas de contaminación ambiental y de salud pública relacionados a estos, están todavía presentes en nuestro país ya que más de 50% de residuos sólidos municipales, tienen una mala disposición final. [5]

El Ministerio del Ambiente (MINAM) para el año 2013, existen generadores de problemas que han provocado daños severos al medio ambiente, además, de que en cada etapa existe problemas, considerando a la disposición final como el problema central, por el porcentaje cubierto con este servicio que abarca el 85 % del total de residuos generados en la zona urbana, es decir el 15% se queda en avenidas principales, botaderos informales, esquinas de calles, etc. En lo que respecta al crecimiento de la generación de residuos indica que para el 2021 se triplicarán en 21 millones de toneladas, que en consecuencia más de 4.5 millones de toneladas no es maniobrada correctamente y esta provoca un desfase, es decir que el sobrante es arrojado al mar, ríos, lagos, a botaderos informales, descampados, quebradas, desiertos, o son quemados, o terminan en las calles, provocando severos daños al medio ambiente.

El Ministerio del Ambiente, en el marco del Programa para el apoyo a las acciones de mitigación dentro del sector de manejo de residuos sólidos en el Perú” Programa NAMA de Residuos Sólidos – Perú (NAMA, 2013). En el Perú existen 8 rellenos sanitarios a nivel del país, que reciben alrededor del 38% de los RS generados en las zonas urbanas del país. Cuatro se ubican en Lima-Callao, uno en la región Junín, dos en la región Ancash y otro en Cajamarca. Dos rellenos operativos y un relleno clausurado cuentan con proyectos CDM/MDL registrados, los otros tienen chimeneas de captación pasiva y quema de gas. [6]

Los servicios públicos de limpieza fueron administrados directamente en el 92,7% de los municipios en el 2013, el 5,9% por municipios mixtos y solo el 1,4% por terceros a través de empresas. Las empresas de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) se enumeran en la Guía de gestión de la salud.

Los costos de limpieza pública en los municipios peruanos en el 2013 ascendieron a 930 millones de soles, lo que representa el 47,3% del costo de los servicios públicos de limpieza.

Local

Según entrevista realizada a al gerente de Gestión Ambiental de la municipalidad distrital de José Leonardo Ortiz, diariamente se generan 186 toneladas de residuos sólidos,

de los cuales se recogen 128 t/día, un 68.8% y, se deja de recolectar 58.8 t/día un 31.2%, esto debido a falta de mano de obra, maquinaria, equipos y presupuesto.

José Leonardo Ortiz, existen diversos factores que inciden en la contaminación ambiental, siendo el más importante el vertido de residuos sólidos al exterior (avenidas, canales de riego, arrabales del mercado, zonas deshabitadas, etc.) creando los denominados puntos críticos, que son brotes contagiosos para los vecinos del distrito. Incineración de residuos, falta de conciencia ambiental por parte de los residentes, falta de acceso a servicios básicos por la falta de oportunidades de recolección son los principales problemas de contaminación ambiental en la región. [7]

La producción de residuos sólidos per cápita en José Leonardo Ortiz en el 2012 fue de 0,557 kg / día. Refleja el hecho de que cada persona genera más de medio kilogramo de residuos sólidos al día. (Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, ONG ODS/AMBIDES/LSA, 2011). [8]

La generación per cápita, que se muestra en 0,557 kg / día, es similar al promedio nacional de la generación per cápita en 2013, con 0,56 kg / habitante / día.

1.2. Antecedentes de estudio.

A continuación, se detallan los siguientes trabajos previos revisados para esta investigación.

Henao & Piedrahita, en su estudio muestra cómo el desarrollo de rutas de recolección de residuos sólidos es un proceso clave e inseparable para minimizar los problemas ambientales, económicos, que convierten esas decisiones en temas que requieren un análisis escueto y exhaustivo y ofrecen soluciones que necesariamente permiten mejorar estas operaciones en aspectos como distancias, costos y atención al cliente. [9]

Atendiendo que se tiene consideraciones como la cantidad de recolección, número y capacidad de vehículos recolectores, producción de residuos sólidos por barrios, distancia de recolección, percepción del cliente por el servicio de recolección actual del municipio, aspectos que deben de ser tomados en cuenta para lograr la aplicación de cada método en

el barrido y el modelado de las rutas y macrorutas, y generar prevenciones que actualmente no deben de ser utilizados en la resolución de problemas que deben de aplicarse fácilmente y deben de evitarse en gran medida para lograr la paridad y la excelencia dentro de los resultados y la excelente aplicabilidad en términos propuestos, lo cual los hace parte de la propuesta de macroruteo y la innovación determinada.

También se ha observado la posibilidad de mejorar la movilidad en la aplicación del modelo del cartero chino, que describe las rutas que se deben tomar más de una vez para cruzar toda la red al menos una vez.

Se observan reducciones significativas en la distancia recorrida en el distrito de barrio El Centro, El Quindío - 27,57%, Gonzalo Echeverry - 27,10%, La Inmaculada - 24,93% y Los Almendros - 23,77%. El cual afecta en la consecución del proyecto y de las nuevas propuestas de implementación

La rentabilidad económica de la metodología propuesta tiene beneficios en la reducción de la ruta de recolección \$244,728 cada vez que se recolecta los RS. Es necesario que existan campañas de capacitación en reciclaje y capacidad de clasificación para minimizar la cantidad de residuos sólidos recolectados, mejorando así la eficiencia del servicio de recolección de residuos sólidos y para generar empleo para los recicladores.

Taquía, en su trabajo de investigación busca implementar el método más conveniente de optimización de rutas de transporte de residuos sólidos para mejorar su rentabilidad, ya que el tema de optimización de rutas lineales en el área de recolección de residuos no ha sido estudiado ni estabilizado en el ámbito nacional. Esto contrasta con el hecho de que la distribución de rutas es la fuente de ingresos más importante para las empresas de esta industria. [10]

Tiene importancia el recorrido de las rutas actuales para la distribución adecuada de los trayectos. Para ello se basa en la obligación de aplicar el método de optimización de rutas y se propone desplegar esta proporción óptima de rutas en dos partes: la descentralización de rutas y el modelo de optimización. La sectorización determina los detalles de las rutas

necesarias en el distrito, así como los recursos necesarios para ellas, para maximizar la capacidad disponible de la flota.

La cantidad de vehículos que se utilizan diariamente para recolectar los desechos sólidos del distrito se reducirá en 2.

Se propone una solución adecuada para el problema, con el modelo de optimización, utilizando la teoría de la optimización lineal y adaptándola efectivamente a la práctica. De esta manera, el tiempo total de viaje como base se reduce en un 20% y la implementación del modelo implica un valor presente de S / . 2.404.990 en el año cero, considerando la inversión inicial. 695,980 significa más del 145% de retorno de la inversión inicial.

Ayala y González, presentó en su trabajo un modelo para la asignación de rutas de recolección de residuos sólidos en el suelo, esto permite tener la capacidad de trabajar con dos conjuntos completos de variables de decisión; estos favorecen a los cambios en la función objetivo y restricciones. Lo que nos permite tener claridad en las actividades del personal de recolección de residuos sólidos en sus respectivos vehículos. [11]

Esta diferenciación facilita el desarrollo del trazado de la ruta de recogida facilitando los resultados separados que debe tener el vehículo sobre longitud transitada en cada red de contactos al mismo tiempo que permite determinar la tasa de uso del vehículo que recogen al mismo tiempo que es empleado por el personal.

El modelo ARV ofrece rutas adecuadas diseñadas por SIG el cual ahora utiliza la empresa proveedora de servicios para el reclutamiento, adquiriendo una ruta de menor distancia y menor tiempo. Además, al utilizar el algoritmo de secuenciación, los giros prohibidos se minimizan en gran medida.

I.3. Teorías relacionadas al tema.

I.3.1. Variable dependiente. Recolección de Residuos Sólidos.

I.3.1.1. Residuos Sólidos.

Se entiende por residuo sólido a un producto, material, sustancia o elemento que resulte del consumo o uso de bienes o servicios, de los cuales el propietario se encuentre

separado o exista intención u obligación de separarse, el cual debe ser gestionado dando prioridad a la valorización de residuos. el caso, su posición final. [12]

Los residuos sólidos se clasifican en residuos o desechos en fase sólida o semisólida. Los residuos son residuos consistentes de líquido o gas en evacuación, tanques, empleando líquidos o gases constituidos de sus propiedades fisicoquímicas, no puede entrar en sistemas de tratamiento de aguas residuales o aguas residuales, su composición no se puede disolver en el medio ambiente. Lo que se puede determinar son los gases o líquidos que deben disponerse de forma segura para su correcta eliminación final.

Durante siglos, la especie humana ha llevado a la formación de ciudades. Cada vez más personas consumen alimentos perecederos y de fácil digestión, produciendo productos naturales de interés de material natural como madera, cuero, fibras, textiles naturales, algodón y lana, de ahí los residuos que producen menos hierro, cerámica, yeso, piedra caliza, etc. eran raros: fácilmente reciclables.

Sin embargo, el aumento de las concentraciones humanas ha generado preocupaciones sobre la producción y la mala gestión de desechos sólidos. Así, se puede decir que la propagación de residuos sólidos es un gran fenómeno, que nació de las grandes acumulaciones humanas, su desordenado modo de vida.

I.3.1.2. Clasificación de los residuos sólidos.

Por su naturaleza, los residuos se clasifican como residuos sólidos orgánicos-inorgánicos, pero a los efectos de este trabajo se clasificarán como residuos municipales-no municipales.

Tabla 1. Código de colores para los residuos del ámbito municipal

Tipo de residuo	Color	Prototipo de residuos
Usable	Verde	Papel y cartón
		Vidrio
		Plástico
		Tejidos

		Madera
		Cuero
		Empaques compuestos (tetrabrik1)
		Metales (latas, entre otros)
No usables	Negro	Papel encerado, metalizado, Cerámicos Colillas de cigarro Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros)
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Restos de poda Hojarasca
Peligrosos	Rojo	Baterías Lámparas y luminarias Medicamentos caducados Empaques de plaguicidas Otros

Fuente: Norma técnica peruana 900.058.2019 [12]

Tabla 2. Código de color de residuos no municipales

Tipo de residuo	Color
Papel y cartón	Azul
Plástico	Blanco
Metales	Amarillo
Orgánicos	Marrón
Vidrio	Plomo
Peligrosos	Rojo

Fuente: Norma técnica peruana 900.058.2019 [12]

Los generadores determinarán los tipos de residuos sólidos que deben almacenarse de manera diferente según su producción.

I.3.1.3. Manejo de residuos sólidos.

La gestión de residuos sólidos implica tener en cuenta todas las etapas de la gestión, en general, más que como una suma de partes, resolviendo de manera mucho más eficiente los problemas ambientales. [13]

Hay una forma de resolver un problema de esta manera, que debe comenzar con la prevención, que implica prepararse para la acción adecuada además de bajar el impacto y los desperdicios. Así, por ejemplo, tenemos puntos donde se encuentra más bajos y se trabaja en base a ello. El siguiente paso es la reutilización y reciclaje, donde se buscan reutilizarlos. Por ejemplo, usar restos de tela para hacer almohadas o convertir desechos orgánicos en fertilizantes. A esto le sigue el proceso de tratamiento, que tiene como objetivo reducir los componentes nocivos de los residuos que pueden dañar el medio ambiente. El paso final es la disposición final segura de residuos sólidos en vertederos.

La gestión integrada de residuos, por su propia naturaleza, es un problema complejo para las entidades que lo manejan. Utilizar y evaluar políticas, estrategias, planes y planes de acción de manejo de residuos sólidos a nivel nacional, regional y local para reducir el impacto ambiental.



Figura 2. Jerarquía del Manejo de los Residuos sólidos

Fuente: Manual para municipios ecoeficientes MINAN, 2009 [13].

La gestión integral de residuos, por su propia naturaleza, es una tarea compleja para las entidades que la abordan, que requiere de la coordinación de diversas áreas para su ejecución, planificación técnica administrativa, coordinación, diseño, adecuada gestión de residuos a nivel nacional, regional y local. Implementación de políticas, estrategias, programas de gestión y planes de acción y evaluación para reducir su impacto en el medio ambiente

La minimización debe hacerse cambiando la calidad de vida de sus habitantes. La estrategia 3R está dirigida a la gestión de residuos, que es más respetuosa con el medio ambiente que adelanta los sentidos propios, en particular, prioriza la reducción de residuos. 3R significa Reducir, Reutilizar y Reciclar.

La gestión de residuos sólidos incluye todas las operaciones operativas y técnicas, incluida la descarga, ventilación, transporte, reciclaje, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico - generación final. Vincular mejor cada operación de manejo de residuos sólidos con el siguiente diagrama.



Figura 3. Diagrama de manejo de residuos sólidos.

Fuente: Manual para municipios ecoeficientes MINAN, 2009 [13]

1.3.1.4. Pasos para un sistema de gestión integral de residuos sólidos

Existen problemas asociados a la gestión adecuada de residuos sólidos, actualmente la sociedad vive en un momento de incertidumbre y asociación a problemas por el crecimiento constante de aspectos relacionados a problemas que nos permiten asociar al mal cuidado de servicios públicos en grandes ciudades, además del impacto de una tecnología que asegure el crecimiento pero con impacto negativo y limitaciones en la adquisición de tecnología que permita mejorar los problemas públicos y la gestión de materia y energía.

Por ello se presenta un problema de gestión de residuos sólidos que al no ser identificados y comprendidos no podremos trabajar de manera adecuada y eficaz, además de buscar aminorar los pasos que no permiten el desarrollo comprensivo y eficaz del problema.

Tenemos que fusionar elementos que permitan la solución del problema al asociar con diferentes elementos que permitan desarrollar un sistema de gestión residual, lo que nos permite seguir los 6 pasos considerando como elemento funcional.

- a) **Separación y manipulación de residuos en origen.** El tratamiento y la separación implica operaciones de gestión de residuos domésticos antes de que se coloquen en contenedores de almacenamiento para su levantamiento. La división de cada elemento desechable es un paso elemental en el tratamiento y almacenamiento de desechos sólidos de acuerdo a su origen. Por ejemplo, separar los desechos orgánicos de los inorgánicos, desecharlos en contenedores separados para reciclarlos y reciclarlos, es almacenamiento. La descarga implica el transporte de contenedores o paquetes cargados a un punto de recolección.
- b) **Almacenamiento.** Es de interés masivo para la salud pública tener consideraciones estéticas por la salud pública urbana. Los contenedores improvisados, incluso los almacenes al aire libre, los cuales son indeseables, a menudo se encuentran en avenidas muy comerciales, residenciales, industriales (o) tiradas a la calle, dentro de esta etapa los residuos se almacenan en un tiempo hasta su recolección. Idealmente, los desechos deben almacenarse en contenedores clasificados apropiados para este proceso, y esta fase debe ser corta para minimizar su impacto.
- c) **Recolección.** Es una acción de recolección de residuos sólidos de forma sanitaria, segura, ecológicamente adecuada, evitando el peligro para la salud de quienes dejan los residuos y sus recolectores.

No se trata solo de la recolección de residuos sólidos, reciclables, sino también del transporte de esos materiales al relleno sanitario. Este sitio puede comprender desde la instalación para el procesamiento de materiales donde ocurre la transformación para la disposición final, en comparación a ciudades pequeñas donde el problema no se agrava gravemente. Sin embargo, en las grandes

ciudades, donde la distancia desde el punto de recogida hasta la terminal suele ser superior a 20 kilómetros, esta distancia puede tener consecuencias económicas importantes. Al viajar largas distancias, se suelen utilizar vehículos con unidades más grandes.

La recolección es probablemente la etapa más importante de la gestión de residuos sólidos debido a los problemas que ocasiona su prolongada permanencia en hogares y espacios públicos, en ello se toma en cuenta el tiempo de permanencia de más de dos días dentro de las casas.

Además, es la etapa que genera mayor costo, por lo que es necesario prestar más atención a su optimización, tratar de consumir recursos en lo más mínimo y generar impactos dentro del medio ambiente.

- d) **Separación y procesamiento de residuos sólidos.** El reciclaje de materiales separados, separación, reciclaje de componentes de residuos sólidos y la transformación tiene lugar principalmente en la fuente de generación de residuos sólidos. Los tipos de instalaciones de medios que se utilizan actualmente para el reciclaje de residuos en la fuente incluyen recolección en la acera, centros de recolección opcionales y centros de recompra. La distinción y reciclaje de residuos sólidos separados en la fuente y la segregación de residuos no selectiva generalmente tiene lugar en vertederos y lugares de incineración o lugares de eliminación.

El reciclaje frecuente incluye: Separación de componentes de desecho por tamaño utilizando máquinas, separación manual de componentes de desecho con la reducción de tamaño, trituración; separación de metales ferrosos mediante imanes; reducción de volumen por condensación y combustión.

Los procesos de conversión se utilizan para reducir la cantidad de residuos sólidos o peso que debe ser transportado a la disposición final; y productos de conversión y recuperación de energía. Algunos residuos sólidos urbanos se

pueden reciclar mediante una amplia variedad de procesos químicos y biológicos. Uno de los procesos de transformación más comunes es el de fertilizantes, incineración y reciclaje.

- e) **Transferencia y transporte.** Esta fase debe realizarse en vehículos adecuados con una frecuencia que garantice que la población no representa un riesgo para la salud del medio ambiente. Para reducir el costo de transporte de residuos sólidos, se pueden eliminar temporalmente en vertederos. Instalaciones donde las camionetas transportan a camiones más grandes (unidades de transporte) con o sin condensación.

En las estaciones de transmisión se pueden realizar procesos de separación de materiales reciclados, procesos de fertilización y reutilizables.

La transferencia consta de dos pasos. Paso 1: Mueva los desechos de una camioneta pequeña a un camión más grande: Paso 2. Transporte a los camiones parte de las rutas aquellos que forman parte de los residuos y están alineados en una sola normativa a distancia consideramos en la disposición final.

- f) **Planificación de rutas.** Además de las unidades de recolección de residuos sólidos y contar con el personal adecuado, es necesario planificar rutas para ahorrar tiempo, combustible inconvenientes durante la recolección de vehículos, y su posterior traslado a disposición final para evitar desvíos. innecesario

Ventajas:

- Unificación en el recorrido de las vías.
- Calidad de servicio para agrandar el servicio en lugares distintos
- Costo de combustible y mantenimiento de vehículos.

- g) **Tratamiento.** El propósito del tratamiento es reducir la cantidad de residuos generados hasta la disposición final, la clasificación consta de tratamientos físicos, químicos y biológicos.

h) **Disposición Final.** Aquí termina la última etapa de la gestión de residuos sólidos, la disposición final se desarrolla desde el desembarque final, por ejemplo, en un lugar determinado donde los vertederos se utilizan para residuos no peligrosos, estos tienen que ser depositados con seguridad al final, una opción para los residuos inertes son los antiguos pozos de extracción bruta para rehabilitar esos terrenos y aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios. El vertedero o reserva de seguridad no es un simple vertedero, este constituye trabajo de ingeniería que utiliza desechos de tierra sin comprometer la seguridad o la salud pública. Cuando todos los elementos funcionales del manejo de residuos sólidos han sido evaluados para tal uso, con todos los elementos y vínculos agrupados para una mayor eficiencia y rentabilidad, la población puede aplicar una gestión amigable de residuos sólidos.

Así podemos entender la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) como la aplicación correcta de objetivos, equipos, tecnología y programas especiales de gestión para la gestión de residuos sólidos con referencias al manejo de los mismos.

I.3.2. Variable dependiente. Diseño de rutas de recolección de Residuos Sólidos.

En el manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales, de Sidesol y posteriormente Racero y Pérez, en su estudio optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos municipales (2006), confirman y justifican el método de macroruteo y microruteo para solucionar el problema del sistema de recolección de residuos sólidos. [14] [15]

I.3.2.1. Macrorutas

Las macrorutas son la segmentación de la ciudad en sectores operativos basado en número de vehículos recolectores para las diversas áreas que hacen la recolección. [14]

El macro seguimiento se puede realizar en una zona de la ciudad basado en la

población, a los cuales se les determina la producción de residuos sólidos por kg, además de ver la cantidad de servicio integrado por días de la semana. La ciudad está dividida en áreas específicas que nos permite tener una recolección de residuos sólidos efectivos.

Requerimientos para Diseñar las Macrorutas.

La primera tarea de la recolección de residuos sólidos, en particular las macrorutas, es determinar la cantidad óptima de vehículos necesarios para su uso, teniendo en cuenta la generación de residuos sólidos, el método de recolección, la capacidad económica del municipio o del prestador del servicio.

La solución se puede encontrar modelando a través de varios modelos matemáticos que pueden vincular la capacidad de recolección con la generación de áreas de recolección.

Especificación del número óptimo de camiones de recolección.

Mediante un programa lineal, trabajamos con un modelo de minimización de la función objetivo, basado en el costo por horario de vehículos recolectores de residuos sólidos.

Donde:

c_i = Costo horario del camión tipo i

x_i = número de camiones de tipo i requeridos

n = número total de camiones de tipos i empleados

$$\min Z = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

Características de las áreas a rutear.

La selección de acuerdo con la distribución de "n" de áreas de recolección de residuos sólidos requiere los siguientes factores:

- **Sectorización.** El cual consiste en distribuir la ciudad en tramos de operación más pequeños, de manera que cada uno cuente con los vehículos necesarios para la recolección, criterios para determinar áreas, además de unidades de recolección, se toma en cuenta cerros, ríos, calles, avenidas, vías férreas, etc.

- **Zonificación del sector.** Cada área debe distribuirse en zonas que serán cubiertas por la máquina recolectora durante un cierto período de tiempo. Para hacer esto, los siguientes documentos deben estar disponibles para cada área o distrito de la industria.

Los componentes básicos que se necesitan son:

1. Un análisis de la producción per cápita de residuos domiciliarios y otras fuentes municipales.
2. Un plano actualizado y detallado de la ciudad y/o zona a recolectar
3. Ubicación de las fuentes de desechos sólidos no domésticos que serán atendidos por el servicio
4. Datos de crecimiento de la población
5. Frecuencia de recolección de los residuos sólidos.
6. Método de recolección que se utiliza en la actualidad.

Hay que tener en cuenta que las macrorutas son áreas compactas, delimitadas que generalmente incluyen ciudades o distritos enteros, y que están diseñadas para que la máquina de recolección de residuos sólidos cree una determinada ruta que cubra el número máximo de casas con máxima eficacia de carga.

Reglas básicas para el diseño de ruta

Durante su presentación en las X Jornadas de Ingeniería Organizacional, Valencia, Racero y Pérez (2006) propuso unas reglas básicas para el diseño de rutas, que son:

- El diseño de rutas de recolección debería incrementar la ruta de producción en relación con la ruta general.
- El trayecto no debe fraccionarse y traslaparse. Cada ruta debe constar de tramos ubicados en la misma zona de la ciudad o pueblo en estudio.
- La ruta debe comenzar cerca del garaje y terminar cerca del sitio de disposición final de desechos sólidos.

- En lugares con pendientes pronunciadas o pendientes altas, intente ir de arriba hacia abajo. De lo contrario, debe intentar visitarlos al comienzo del viaje cuando la camioneta esté ligeramente cargada.
- Trate de viajar a ambos lados de la calle al mismo tiempo. Pero de tener en cuenta se debe de comprender las vías de desarrollo para que no se tenga una recomendación de que las avenidas deben tomarse las avenidas y anchas con el tránsito y tomar en cuenta las recomendaciones.
- Debe respetarse la dirección y la acción prohibir la circulación de determinadas rutas en determinadas direcciones.
- Evite los giros: giros ya que son rutas ineficientes, peligrosas u. obstruyen el tráfico.
- Los carriles de alto tráfico deben cubrirse cuando el tráfico es lento.
- Cuando estacione vehículos, intente recogerlos cuando la calle esté más despejada.
- En las zonas donde las calles son muy cortas o sin salida, es preferible que las camionetas no entren, sino que esperen en la esquina más cercana y los trabajadores vayan en busca de contenedores de residuos sólidos.
- Al recolectar en ambos lados de la calle al mismo tiempo, debe haber rutas largas y rectas con un ligero giro y menos tráfico durante horas determinadas.
- Cuando la cosecha se realiza primero en un lado de la carretera y luego en el otro, generalmente es mejor tener rutas alrededor del área de cosecha con giros muy a la derecha.
- Es necesario conocer muy bien las características de la ciudad para que los recorridos de las camionetas no causen problemas a los vecinos de la zona.

Actualmente, no se cuenta con programas o rutas para diseñar elementos de macro ruteo, los cuales hacen que no se permita trabajar y segmentar la ciudad en áreas similares, a lo que podemos entender es que no se cuente con elementos descritos como parte del área similar de tal forma que no se tenga bases para lograr una descripción completa de la cantidad de residuos sólidos próximos al cual se llene como camión recolector, a través de la aproximación de rutas.

Para implementar un programa de macro-orientación adecuado, es necesario contar con áreas definidas de la ciudad, barreras naturales, equipamiento existente, etc.

Métodos de recolección de residuos sólidos.

De acuerdo con el Manual de Ruta de Recolección de Residuos Sólidos Municipales de SIDESOL, los métodos de recolección se pueden clasificar como métodos mecanizados, semimecánicos y manuales.

Los métodos mecánicos y semi-mecanizados se utilizan generalmente en áreas urbanas altas. mientras que los métodos manuales o con equipo inusual son más comunes en áreas marginales de difícil acceso, así como en áreas rurales.

Ahora bien, dependiendo del tipo de demanda, puede haber dos tipos de métodos: reclutamiento. para requisitos de tipo continuo y semicontinuo, para requisitos de tipo discreto.

Se puede enfatizar que el método de recolección de residuos sólidos es la parte principal del sistema, sin un método adecuado que permita la recolección máxima es difícil mantener niveles de satisfacción al usuario.

Clasificación de los métodos de recolección

De acuerdo con los requerimientos del servicio y el grado de tecnificación del equipo, los métodos de recolección a escala nacional se clasifican de la siguiente manera:

- a) **Método de Esquina o de Parada Fija.** El método que presenta una demanda discreta semimecanizada. Se determina que este método es el más efectivo, es el método por el cual los usuarios del sistema llevan sus contenedores al lugar donde está estacionada la máquina recolectora para brindar el servicio.

- b) **Método de Acera.** Este método es una demanda continua semi-mecanizada con participación promedio de usuarios. El equipo operativo de la camioneta recoge los contenedores de residuos sólidos que los usuarios del servicio han colocado en la acera y luego los traslada a la camioneta para vaciar la salida marcada o el compartimento de carga. vehículo; posteriormente, devolverlos a la acera desde donde los habían trasladado para permitir que los usuarios los envíen a sus casas ya vacías. El método de las curvas es más caro que el método de parada angular o fija.
- c) **Método de "Llevar y Traer" o Intradomiciliario.** En el caso de este método, la demanda semi-continua semi-mecanizada continua con baja participación de los usuarios. Este método es similar al pavimento, excepto que los trabajadores de la máquina recolectora ingresan a las casas a través de contenedores de residuos sólidos, devolviéndole al mismo lugar donde fueron llevados cuando fueron vaciados en el contenedor. vehículo. Este método de montaje es más caro que el ángulo de acera o el tope fijo.
- d) **Método de Contenedores.** Este método presenta una demanda de usuario mecanizada muy discreta. El ángulo es similar al hecho de que el camión debe detenerse en ciertos puntos designados para realizar el servicio. La ubicación de los contenedores de residuos sólidos debe ubicarse de manera que la camioneta pueda acceder fácilmente a ellos y, además, pueda realizar simulacros sin ningún inconveniente.

Equipos de recolección y transporte primario de residuos sólidos

Según SISDESOL, para la recolección y equipo de transporte primario, se recomienda que, siempre que sea posible (con base en las características físicas y poblacionales de las ciudades), se utilicen grandes máquinas cargadoras de residuos sólidos con costos de recolección más bajos. Los botes de basura se prefieren para ciertas áreas rurales con diversidad, bajo costo, considerando que no son aptos para la recolección de basura pública, transporte, principalmente porque el hecho de que no haya un sello hermético, presenta

peligro por la dispersión de los residuos y líquidos contenidos a lo largo de sus recorridos dentro y fuera del contenedor [14].

Los vehículos equipados con manillares de doble eje son muy eficientes, ya que el montaje es más cómodo para el personal, menos tedioso debido a la baja altitud. Además, generalmente permiten abandonar al operador, reduciendo así los costes operativos del personal de transporte.

En muchos casos, el uso de unidades de transporte de residuos sólidos, que se considera "inusual", puede brindar mejores resultados en términos de costo, desempeño y eficiencia que el uso de unidades de recolección especializadas.

Cualquier "unidad de recolección no tradicional" es el vehículo utilizado para brindar este servicio, reemplazando cualquier equipo de recolección especializado. De esta manera, pueden formar una unidad de recolección no tradicional a partir de un carro tirado por un animal a un vertedero. Normalmente, este tipo de unidades se utilizan en áreas de difícil acceso.

A continuación, analizamos los equipos de recogida de residuos sólidos más utilizados.

a) Equipos recolectores de alta tecnificación.

Todas estas son cosas que se pueden utilizar para descargar contenedores con personalización o diseño original. También se recomienda su uso en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, grandes edificios de apartamentos, industrias, etc.

Son equipos de alta tecnología, donde la versión es casi exclusivamente en el mecanismo de descarga y descarga de contenedores de residuos sólidos con una capacidad de 6 a 22 m³.

Cuando este equipo se usa correctamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no se recomiendan para el montaje en el hogar utilizando métodos tradicionales.



Figura 4. Vehículos altamente tecnificados para la recolección de residuos sólidos

Fuente: Archivo fotográfico municipalidad de Jesús María – Lima [16]

b) Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos.

Se trata de equipos que, con base en su diseño original, pueden brindar el servicio de recolección de residuos sólidos (descarga adicional) con algunas comodidades, contando con compresores traseros; algunas otras cargas laterales sin equipo de sellado, pero con placa de accionamiento. El uso de este tipo de vehículos es ahora cada vez más frecuente, pero el costo de instalación y mantenimiento de su equipo especializado es alto, pero el bajo costo de inversión y los reducidos requerimientos económicos de mano de obra especializada para su mantenimiento. Las principales ventajas. Su capacidad suele oscilar entre 8 y 16 m³.



Figura 5. Vehículos especializados para la recolección de residuos sólidos

Fuente: Archivo fotográfico municipalidad de Jesús María - Lima [16]

c) Equipos no convencionales para la recolección de residuos sólidos.

Son cualquier tipo de vehículo utilizado para brindar un servicio que no cumple con las especificaciones anteriores de equipos especializados de alta tecnología. Estos vehículos pueden ser un tipo de equipo de basura, estas unidades pueden tener puertas laterales para facilitar la carga de la carrocería desde el interior, así como extensiones para potenciar su capacidad volumétrica y aprovechar la gran capacidad del chasis.

Las principales ventajas son su bajo coste frente a un camión más técnico, que la basura se puede descargar mucho más rápido que cuando tienes cajas fijas.

Las desventajas son las siguientes: La altura de carga es muy alta, los desechos se colocan en la carrocería del automóvil a mano, se requiere personal adicional. Además, al aumentar el volumen en la caja se corre el riesgo de aumentar el centro de gravedad de las especificaciones de diseño y pueden ocurrir accidentes.



Figura 6. Vehículos no convencionales para la recolección de residuos sólidos.

Fuente: Archivo fotográfico municipalidad de Jesús María – Lima. [16]

Frecuencia de recolección de los residuos sólidos

La función de acopio es esencial en el proceso y gestión de manejo de residuos sólidos, que presenta las mayores oportunidades para minimizar costos. Para considerar aspectos importantes tenemos en cuenta elementos como el tiempo de recolección, el volumen de ello se desprende aspectos como la muestra en la siguiente tabla.

Tiempo de elaboración y crecimiento de la mosca (cifras en días)

Tabla 3. Tiempo de crecimiento de la mosca.

TEMPERATURA (°C)	Huevo a Pupa	Huevo a Adulta
Promedio de 20°C	10.1	20.5
Promedio de 28°C	5.6	10.8
Promedio de 35°C	5.6	8.9

Fuente: Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales, México, (1997) [14]

En cuanto a la regularidad de la recolección de basura, a continuación, se presentan algunas alternativas.

- a) **Recolección Diaria.** Las camionetas deben viajar en todas las rutas todos los días excepto los domingos. La basura recolectada los lunes corresponde a los sábados y domingos. Por razones prácticas, el lunes es un 100% más de desperdicio que cualquier otro día de la semana, esta se presenta normalmente en cada etapa de acuerdo a la carga que ofrece el sistema y la imagen a los usuarios, pero también es el que asume el máximo coste.
- b) **Recolección cada Tercer Día.** La camioneta pasa todos los días excepto los domingos lo que representa 3 veces a la semana.

Con este sistema tienes las siguientes ventajas:

- La recogida de camiones se completa en menos tiempo y en la ruta, es decir la noción de "una tonelada por kilómetro" será menor si se compara con la frecuencia diaria.

Para demostrar este principio, se puede mencionar que cada camión recorre una determinada época pesado, recogiendo los despojos de un día bajo el primer sistema antiguamente de que el mismo camión recorriera la fracción de esa etapa, recogiendo inmundicias durante dos días.

- A mediano y amplio lapso, los costos de almacenaje serían menores para una tonelada de desperdicios transportada.

- Recoger tres veces a la semana implica que debido al domingo la carga de recolección no solo cae el día siguiente de recolección (lunes), sino que se distribuirá en dos días (en este caso, lunes y martes)
- Levantar tres veces a la semana implica que por falta de recoger un domingo la carga de desechable no solo cae el día posterior del acopio (lunes), sino que se distribuirá en dos días (en este evento, lunes y martes))

Es decir, en lugar de cobrar un 100% más los lunes que el resto de los días de la semana, la diferencia sería un 50% más los lunes y un 50% más los martes. Sin embargo, en cuanto a la frecuencia de recogida, el uso de esta alternativa tiene las siguientes desventajas:

- Esto crea algunos inconvenientes para la comunidad que recibe servicios, ya que la basura puede causar mal olor, lo que requiere más limpieza dentro de la casa.
- Si bien, como observamos en la tabla anterior, el ritmo de acopio recomendado para esta materia no permite desarrollar ciertos modos de prevalencia mayor de moscas, lo cierto es que en el área donde van a atender los residentes deben retener su basura, con un leve aumento de dichos insectos debido a el hecho de que los huevos ya están en proceso de generación.

c) Recolección Dos veces por semana. El camión desarrolla un programa de servicio, durante el cual se seleccionan dos o tres días a la semana. Los conceptos anteriores de "costo por tonelada" se reducen teóricamente a medida que la frecuencia de recolección disminuye a medida que las camionetas se llenan más rápido, más rápido y corto. Por lo tanto, los dos primeros beneficios mencionados en la opción anterior son mayores a medida que disminuye la frecuencia.

Por otro lado, los seis días a la semana, la recaudación de sobrecarga va disminuyendo y se distribuirá en los próximos días.

Sin embargo, a medida que aumentan los beneficios, también lo hace la frecuencia. Es posible aumentar el número de vertederos secretos, aumentando los inconvenientes de los residentes proporcionados.

I.3.2.2. Microrutas:

Las micro-rutas son una ruta especial que los vehículos de recogida tienen que realizar todos los días en las áreas donde están asignados para recolectar los mejores residuos sólidos generados por los vecinos de la zona. [14]

La sectorización de rutas tiene relación a dificultades que puede presentarse en el camino, ya que no es un hecho baladí que se elija una ruta óptima entre los dos enlaces, teniendo en cuenta las restricciones asociadas, teniendo en cuenta el método de recogida, carreteras disponibles, horarios, etc.

El diseñador de la ruta debe tener en cuenta lo expresado en los distintos métodos utilizados para obtener algoritmos para facilitar su trabajo, para tener posibles diseños preliminares que serán probados en campo y una serie de variables según la ciudad en estudio, que se enumeran a continuación

- Conteniendo un plan; trazado de ciudades, topografía, ancho de calles, tipo y tipos de remoción final.
- Método de recolección
- Equipo de recolección
- Densidad de población
- Generación de residuos sólidos

Actualmente existen varios métodos y sugerencias que nos permitirán asimilar la mejor ruta posible que se ajuste a los objetivos de cada caso y sus limitaciones. Pero se puede decir que existen dos posibles métodos determinantes que pueden lograr rutas óptimas, son:

- Pequeño algoritmo para resolver el problema de una agencia de viajes
- Algoritmo del cartero chino

En este caso se asimila la función a casos donde se exige la demanda de los mismos y la determinación ideal para lograr un trabajo que no condiciona al segundo donde la demanda es continua o semicontinua. Según este último, se debe utilizar el algoritmo más pequeño cuando el único método de recolección de residuos sólidos en la ciudad sea una

esquina o una parada permanente. El algoritmo postal chino se utiliza para diseñar líneas de recolección de basura. Desperdicio fuerte cuando la ciudad tiene un sistema de vallado o tipo casa.

A. Algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero.

Este algoritmo se llama Little J.D. Sugirió usar el algoritmo Branch and Bound para resolver el camino más corto de la agencia de viajes.

Belmore y Nemhauser recomiendan tres formas de reducir el tiempo y el costo de la ruta: mejoras de ruta a ruta, guía de ruta y eliminación de rutas menores.

- **Mejora ruta a ruta.** El analista crea soluciones hasta llegar a un camino que le parece suficiente. Utilizando soluciones basadas en la experiencia que permita con la experiencia del analista un mejoramiento vial, solución concreta y práctica que beneficie el trabajo.
- **Guía de ruta:** Se planea construir la ruta de esta manera podemos acortar el tiempo de traslado de una vía a otra en un tiempo mínimo. Existe un problema al momento de elegir pasar por la ruta adecuada porque no se permite elegir más de una ciudad. Esto a la vez no puede optimizar el ejercicio.
- **Eliminación de los trayectos menores:** Nuevamente, se basa en la observación médica, es decir, partes de la carretera se retrasarán para mejor, por lo que el costo de una parte de la carretera excede el límite máximo (o la capacidad de la máquina de recolección).

B. Algoritmo de cartero chino.

Es la aplicación de una solución de red de flujo con arcos dirigidos (calles). Hay una serie de rutas que puedes seguir uniéndote a varios picos para poder visitarlos todos al menos una vez. Si los arcos no están orientados (solo en una dirección), se pueden usar las reglas más simples para resolver la regla de Euler. Si el vértice de la cuadrícula es un número impar, hay una solución de Euler; si es un número par, no existe tal solución. Algunos arcos deben dibujarse más de una vez. a lo largo de un camino.

C. Programación lineal

La programación lineal utiliza un modelo matemático para describir un problema este modelo debe tener funciones lineales. Aquí el término programación no se refiere al término coordinación informática. de hecho, es sinónimo de planificación. En este caso la programación lineal debe de implicar tomar una planificación de datos cargados a las acciones para obtener resultados óptimos.

En resumen, el tipo de aplicación más común implica la tarea general de asignar de manera óptima recursos limitados a actividades competitivas. La programación lineal consiste en seleccionar un cierto nivel de operaciones que compiten por los recursos limitados necesarios para implementarlas. Los niveles de actividad seleccionados dictan la cantidad de recursos que consumirá cada uno de ellos.

Se determina que una función numérica $f(X_1, \dots, X_n)$ el cual presenta varias variables X_1, X_2, \dots, X_n es lineal y se representa como la suma de múltiplos de las variables: $f(X_1, \dots, X_n) = m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n$ Donde m_1, m_2, \dots, m_n son constantes.

Los problemas de programación lineal (PPL) toman la forma:

Maximizar o Minimizar

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Sujeto a las condiciones o restricciones

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2$$

....

$$a_{t1}x_1 + a_{t2}x_2 + \dots + a_{tn}x_n (\leq, =, \geq) b_t$$

....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{m1}x_m (\leq, =, \geq) b_m$$

Donde x_1, x_2, \dots, x_n son variables, $c_1, c_2 \dots c_n; a_{11}, a_{12} \dots, a_{m1}, \dots, a_{mn}$ y b_1, b_2, \dots, b_m son constantes y en cada condición se asume uno de los signos $\leq, =$ o \geq

Así, tanto la función objetivo $Z = z(x_1, \dots, x_n)$ como las funciones que definen los miembros de la izquierda de las condiciones o restricciones son funciones lineales de las variables de decisión x_1, x_2, \dots, x_n .

En este caso, las constantes c_1, c_2, \dots, c_n de la función objetivo generalmente se denominan costos o coeficientes de costo.

Una solución real es cualquier conjunto de valores x_1, x_2, \dots, x_n que satisfaga todas las restricciones. El problema es determinar el Z_{\max} o Z_{\min} más alto de los valores de la función objetivo evaluada en todas las soluciones posibles $(z(x_1, x_2, \dots, x_n))$, por supuesto, para indicar la solución óptima, este es un valor real, que produce ese valor.

Problema del agente viajero (TSP)

Se solicita el problema del agente de viajes o de las ventas ambulantes (TTS) esto consiste en encontrar una serie de rutas que conectan diferentes puntos, pasando la ruta de menor costo por cada uno de los puntos. Solo hay un vehículo que deben visitar todos los usuarios en una ruta a un costo mínimo. Por lo general, no hay depósito (si lo hay, no difiere de los usuarios).

$$\min \sum_{(i,j) \in E} c_{ij} x_{ij} \quad (1.1)$$

$$\text{s.a.} \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in V \quad (1.2)$$

$$\sum_{i \in \Delta^-(j)} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in V \quad (1.3)$$

$$\sum_{i \in S, j \in \Delta^+(i) \setminus S} x_{ij} \geq 1 \quad \forall S \subset V \quad (1.4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall (i, j) \in E$$

Figura 7. Formulación De Variables Binarias (TSP)

Fuente: Dantzig, Fulkerson Y Johnson [17]

Esta fórmula es propuesta por Dantzig, Fulkerson y Johnson donde la variable binaria x_{ij} muestra si se usan arcos (i, j) en la solución, la función objetivo (1.1) especifica que el

costo total de la solución es la suma de los costos del arco usado, los límites 1.2 y 1.3 indican que la ruta debe salir de cada nodo exactamente una vez y, por último, la limitación 1.4 se denomina limitación de eliminación de subruta. Si no se aplicaran estas restricciones, la solución podría consistir en más de un ciclo. Esta solución viola las restricciones 1.4 = $S = \{0, 1, 2\}$: Existen varios tipos de restricciones de viaje.

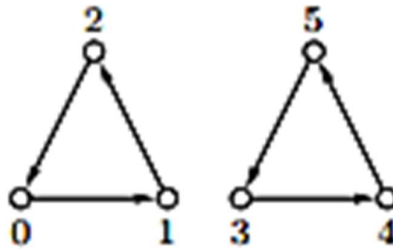


Figura 8. Formulación y recorrido (TSP)

Fuente: Dantzig, Fulkerson y Johnson [17]

Asumiendo que $|E| = O(n^2)$, esta fórmula carece de la variable binaria y la cantidad de $O(n^2)$ es $O(n^2)$. El problema se puede formular con restricciones de números polinomiales, sumando variables reales para $l = 1, \dots, N$ y, $i\mu + j + nx_{ij} \leq n - 1$ $(i, j) \in E, i, 0, j$. Reemplace las restricciones con 0 1.4. Esta desigualdad obliga a la variable real μ a determinar la cantidad que aumenta estrictamente a lo largo del camino (es decir, $\mu_j \geq \mu_i + 1$ si j se visita inmediatamente después de i), con la hipótesis de que $|E| = O(n^2)$, en esta nueva formulación hay $O(n^2)$ variables binarias, $O(n)$ variables positivas y $O(n^2)$, esta limitación propuesta por Miller, Tucker y Zemlin y. Por otro lado, esta formulación no es adecuada para usar métodos a gran escala para resolver grandes problemas, porque, aunque el número de restricciones se reduce, la relación obtenida al resolver la flexibilización lineal generalmente no está bien regulada. En la mayoría de los casos., los problemas de rutas de vehículos son generalizaciones del TSP. En este sentido, puede considerarse el medio más simple de enrutamiento de vehículos. Sin embargo, pertenece a la categoría de problemas NP-Hard μ es uno de los problemas más clásicos comunes de optimización de Combinator.

Métodos de solución

Existe un método básico conocido como fuerza bruta, que consiste en calcular todas las rutas posibles, lo cual es extremadamente ineficiente y casi imposible en grandes redes. Además, se han desarrollado heurísticas debido a la complejidad de computar soluciones óptimas en redes robustas. Finalmente, existen algoritmos que brindan soluciones óptimas, como el método Branch and Bound (ramificación y poda), que funciona como un algoritmo de distribución y lo resuelve mediante un método simple. [18]

A. El método de la fuerza bruta

Consiste en explorar todas las rutas posibles. Teniendo en cuenta la siguiente red simétrica, los posibles caminos se reducen a la mitad. [18]

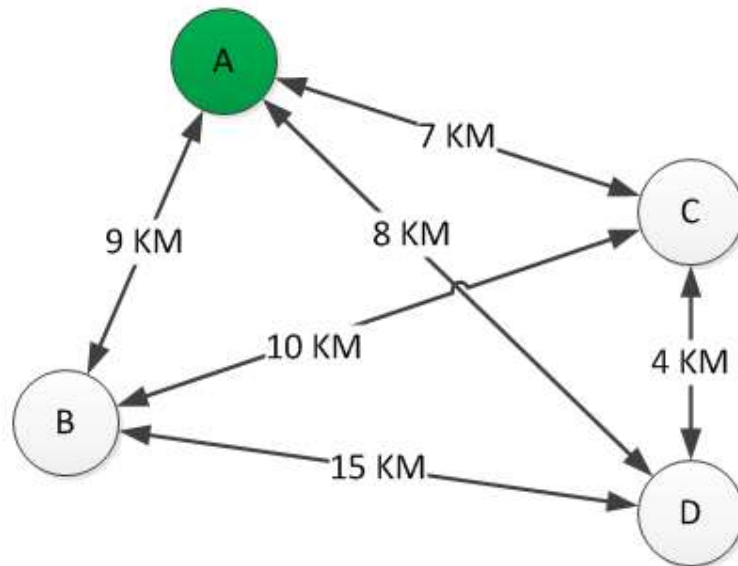


Figura 9. Ejemplo de rutas múltiples - Método fuerza bruta

Fuente: Ingeniería industrial online [18]

Posibles rutas

$$A - B - D - C - A = 9 + 15 + 4 + 7 = 35 \text{ km}$$

$$A - B - C - D - A = 9 + 10 + 4 + 8 = 31 \text{ km}$$

$$A - C - B - D - A = 7 + 10 + 15 + 8 = 40 \text{ km}$$

Rutas simétricas

$$A - D - C - B - A = 8 + 4 + 10 + 9 = 31 \text{ km}$$

$$A - C - D - B - A = 7 + 4 + 15 + 9 = 35 \text{ km}$$

$$A - D - B - C - A = 8 + 15 + 10 + 7 = 40 \text{ km}$$

El método del vecino más cercano.

Es un algoritmo realista esquematizado para resolver el problema del administrador móvil, este método no brinda una resolución adecuada, en cambio, puede brindar soluciones adecuadas, la ventaja con que cuenta es el tiempo de cálculo. Este método de aceleración de crecimiento es muy similar al método utilizado para resolver el problema del árbol mínimo.

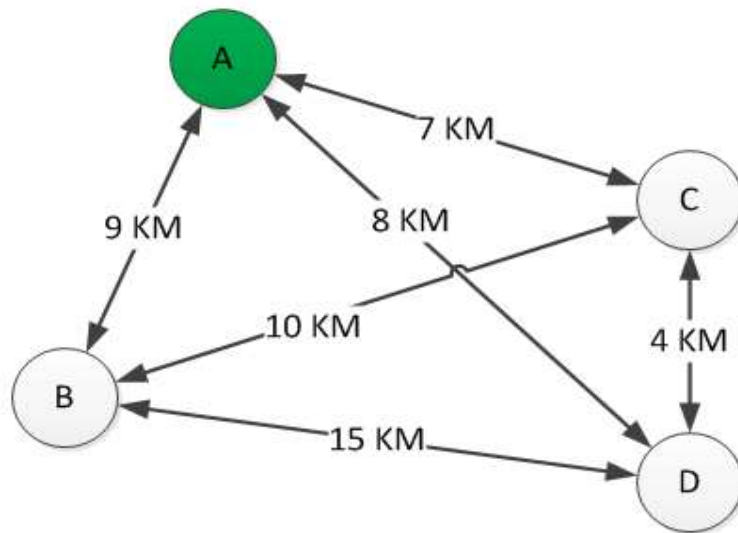


Figura 10. Segundo ejemplo de rutas múltiples - Método del vecino más cercano

Fuente: Ingeniería industrial online [18]

Consiste en un nodo de inicio una vez aprobado, que evalúa y selecciona a su vecino más cercano.

Vecinos de A	B	C	D
Distancia	9	7	8

Figura 11. Primer paso - método vecino más cercano.

Fuente: Ingeniería industrial online [18]

Para la siguiente interacción, se deben considerar los vecinos más cercanos del nodo C (se excluye A porque es un nodo de origen).

Vecinos de C	B	D
Distancia	10	4

Figura 12. Segundo paso - método el vecino más cercano

Fuente: Ingeniería industrial online [18]

En el caso de la próxima interacción, los vecinos más cercanos de D serán C, con quien ya tiene una conexión, A, que es el nodo de origen y B, por lo que B debe elegirse ignorando. Al estar en B, se visitan todos los nodos, por lo que corresponde al cierre de la red conectando el nodo B al nodo A, por lo que la ruta de solución a través del vecino más cercano será A, C, D, B, A, se esperan los números 7, 4, 15, 9. = 35 km.

1.2.2.3. Definición de términos conceptuales.

Formación. Un boceto, boceto o esquema que se realiza sobre una base intelectual o material antes de que se complete la producción de algo.

Macroruteo. Consiste en segmentar la ciudad en varias áreas separadas para facilitar la recolección de residuos sólidos de las secciones de recolección y llenando el número requerido de camiones y distribuyendo la sección de cada vehículo de recolección.

Método. Es una forma de hacer algo de forma sistemática, organizada (o) estructurada.

Métodos de recolección: Es un conjunto de procedimientos que se realizan para recolectar o transportar residuos sólidos de una fuente específica, especialmente diseñados para compactar el recipiente en algunos casos, contener esos residuos y transportarlos hasta el punto final.

Microtesting. "Esta es una ruta especial que los vehículos de recogida tienen que tomar todos los días, en las partes de la ciudad donde están asignados".

Optimizar. La tarea es lograr mejores resultados, más eficiencia o mayor eficiencia.

Programación Ming. Se refiere a la acción de programar, es decir, el efecto de organizar una secuencia de pasos ordenados para realizar determinadas acciones.

Colección. Viene del latín *recollectum* y se refiere a la acción de recolectar y el producto del mismo (recolectar artículos dispersos).

Rutas. Es una carretera, camino o autovía que conecta diferentes áreas geográficas, lo que hace posible el movimiento de las personas, especialmente mediante algún medio de transporte.

Retortijón. "Calificación de distintos puntos de la ciudad según criterios urbanísticos".

Transporte. Se utiliza para describir la acción y las consecuencias de mover algo de un lugar a otro.

Residuo sólido. Es cualquier objeto, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un producto o servicio que es desecho por el titular, los cuales deben ser manejados por otros tipos de residuos y en instancias diferentes con la valorización de los residuos y en última instancia a su disposición final. [12]

1.4. Formulación del problema

¿Un adecuado diseño de rutas optimizará la recolección de residuos sólidos en la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz?

1.5. Justificación e Importancia de la Investigación

La recolección de residuos sólidos en el Perú es un servicio donde la responsabilidad reside en las municipalidades, por lo cual es importante que esta actividad se realice periódicamente, ya que su no recolección afecta en la salud y el medio ambiente. Además, los costos que conlleva su gestión pueden llegar al 80% del presupuesto total del municipio, por lo que es necesario realizar un estudio adecuado para mejorar los costos asociados a la gestión de residuos sólidos.

Socialmente, esta investigación está justificada, porque en el mejor de los casos, el servicio de recolección de residuos sólidos mejorará la calidad de vida de los pobladores del área José Leonardo Ortiz.

Desde el punto de vista ambiental, esta investigación está justificada, ya que su uso ayudará al medio ambiente, dejando menos residuos sólidos y menos contaminación.

De no aplicarse la propuesta de mejora, la situación seguirá siendo igual o peor de caótica, debido al crecimiento poblacional desordenado que hace que el residuo sólido aumente cada día. Por falta de un diseño óptimo de rutas y falta de maquinaria y equipos adecuados para la recolección, el porcentaje de residuos sólidos que se deje de recoger aumentará irremediablemente.

1.6. Hipótesis

El diseño de rutas de transporte contribuye a optimizar la recolección de residuos sólidos en el distrito de José Leonardo Ortiz.

1.7. Objetivos de la investigación.

1.7.1. Objetivo General:

Optimizar la recolección de residuos sólidos en la municipalidad distrital de José Leonardo Ortiz, aplicando una adecuada técnica de diseño de rutas.

1.7.2. Objetivos específicos:

- a) Diagnosticar el estado actual del sistema de recolección de residuos sólidos en el distrito de JLO.
- b) Utilizar el método más apropiado para modelar y optimizar las rutas de recolección.
- c) Realizar una propuesta técnica para la optimización de rutas.
- d) Analizar la mejora en la recolección de residuos sólidos.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de la Investigación.

La presente investigación es aplicada. Porque no solo describe una situación problemática, sino que propone una alternativa de solución.

2.1.2. Diseño de la Investigación.

La investigación es No experimental. No se manipulan deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal, son sujetos; los sujetos son observados en su ambiente natural.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población.

Corresponde a los Sectores o Zonas que fue dividida la municipalidad distrital de José Leonardo Ortiz, para la recolección de residuos sólidos que son 12 Zonas (Ver tabla 4)

2.2.2. Muestra.

En este estudio se aplicó un muestreo no probabilístico. Por lo cual los elementos de la muestra son igual a los de la población, es decir 12 Zonas de recolección de residuos sólidos de JLO.

Tabla 4. Zonas de recolección de residuos sólidos José Leonardo Ortiz

ZONAS		LIMITES / RECORRIDO
N°	URB. PJ	
1	Atusparias, F. Cabrera y Micaela bastidas.	Av. México / Av. Agricultura / C. Castañeda
2	Urb. Latina	Av. Chongoyape / Av. México / Av. Balta / Av. A.B Leguía.

3 Garcés y Urb. San Carlos	Incanato / Av. México / / Av. América / av. Leguía
4 Urb. F. Bolognesi, A. Independientes Moshoqueque	Bolívar / Av. México, Av. Salas / Av. A.B. Leguía Complejo Moshoqueque PRIMER Y SEGUNDO SECTOR
5 Atusparias	Av. Chongoyape / Av. México / Av. Agricultura / C. Nicolás de Piérola
6 San José Obrero, Casa Blanca, Salamanca, Las Palmeras, Av. UNPRG, Los Patos	Av. México / Av. Cornejo / Av, A.B. Leguía / Av. Chiclayo
7 M.P. Bellido, Medio Mundo, J.S. Chocano, 5to Sector Urrunaga	Av. México / Av. Agricultura / Av. Chiclayo / 23 de agosto
8 P.J. Urrunaga tercer sector	Av. México / San Martín, Av. Chiclayo / Carlos Castañeda
9 P.J. Urrunaga segundo sector Ovelisco, Carlos Stein, El Ingeniero	Roosevelt / Av. México / Av. Balta / Av. Chiclayo Av. Balta / Av. Chiclayo / Av. Mexico y Sáenz Peña
10 Ayacucho, Junín, Huáscar, Atahualpa, N. de Ayllón, España	Av. México / Icanato / Av. Chiclayo y Bolívar

11 Barsallo, Luján, Upis 1° de Mayo 12 Indoamericana	Av. Bolívar / Av. Venezuela /Av. Chiclayo / Nicaragua Av. México / Av. M. Cornejo / av. Chiclayo
--	---

Fuente: Sub Gerencia de Limpieza Pública, MDJLO (2014) [7]

2.3. Variables y operacionalización

2.3.1. Variables

Variable Dependiente: Recolección de residuos sólidos.

Variable Independiente: Diseño de rutas de recolección de RRSS.

2.3.2. Operacionalización

Tabla 5. Operacionalización de la variable Dependiente

<i>VARIABLE dependiente</i>	<i>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</i>	<i>DIMENSIONES</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN</i>	<i>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN</i>
Recolección de residuos sólidos	Es el proceso de recolección de los residuos generados para que puedan ser trasladados a su disposición final.	Tasa de Cobertura	de Porcentaje de población cubierta por el servicio	Análisis documental Entrevista	Guía de Análisis de documentos Cuestionario
		Cantidad de RRSS.	de Toneladas de RR.SS. por zona	Análisis Documental	Guía de Análisis de documentos

Fuente: Los autores

Tabla 6. Operacionalización de la variable Independiente

<i>VARIABLE independiente</i>	<i>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</i>	<i>DIMENSIONES</i>	<i>INDICADORES</i>	<i>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN</i>	<i>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN</i>
Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos utilizados modelos de optimización	Es la diagramación y sectorización de las rutas que se va a recolectar los RR.SS. de JLO	Macrorutas	Número de rutas de recolección de RRSS.	Observación directa	Guía de seguimiento
		Microrutas	Distancia productiva total	Observación directa	Guía de análisis de documentos
			Distancia productiva por zona	Análisis de documentos	Guía de análisis de documentos

Fuente: Los autores.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para realizar la presente investigación, las técnicas que se emplearán son las siguientes:

2.4.1.1. Variable Dependiente

Análisis Documental

Esta técnica se utilizó para acceder y verificar archivos de documentos de recolección de residuos municipales. Así se podrá determinar el carácter propio de los factores que están involucrados y entender el sistema de recolección de residuos municipales

Entrevista

Esta técnica se utilizó para obtener datos consistentes en un diálogo bidireccional dirigido al Gerente de Limpieza pública del Municipio JLO.

2.4.1.2. Variable Independiente

Observación directa

Se utilizó esta técnica de recopilación de información, durante la cual el observador entra en contacto personal y directo con el fenómeno observado. Esta es una forma de obtener información de fuentes primarias

Análisis de Documental

Esta técnica se utilizó para ingresar y atender todos los documentos de recolección de residuos municipales. Este informe nos permitirá conocer los factores que intervienen en el sistema de servicio de recogida de residuos municipales.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación.

Para esta investigación se utilizó la guía de monitoreo como la primera herramienta de recolección de datos, se utilizó porque la información sobre recolección de residuos sólidos se iba a recolectar del distrito José Leonardo Ortiz.

Cuestionario.

El cuestionario alternativo, que fue muy útil para la entrevista, se utilizó con la Herramienta de Validación de la OTAN, y se pudo entrevistar al gerente de Gestión Ambiental de la municipalidad de JLO, un grupo de personal municipal para recabar información y verificar los supuestos. tomado de:

2.4.3. Validación y confiabilidad de instrumentos

En el desarrollo de este proyecto de investigación, utilizaremos un criterio de valor científico que nos permita evaluar la meticolosa, científica de los métodos de investigación, la adquisición de datos y las técnicas de análisis de procesamiento utilizadas en esta investigación.

Validez.

Este criterio se ha utilizado para determinar si la interpretación de los resultados como correctos y se convierte en una base esencial de las investigaciones. Hernández et al., (2010) afirman que "la validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que busca medir". (página 201):

Relevancia.

Nos permite evaluar el logro de los objetivos planteados en la investigación, considerar si finalmente se ha obtenido un mejor conocimiento del fenómeno o si ha tenido un efecto positivo en el contexto al examinar, por ejemplo, cambios en las actividades o elementos de acción.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

En la propuesta de diseño de rutas de transporte para optimizar la recolección de residuos sólidos en el municipio distrital de JLO, con el fin de obtener resultados confiables, se utilizarán los siguientes métodos para llevar a cabo esta investigación:

2.5.1. Método inductivo.

Este método se basa en analizar desde casos particulares con referencias a razonamiento analíticos y fundamentados que busca alcanzar el conocimiento general y plantear hipótesis consciente al estudiar las leyes de la ciencia y demostraciones.

Méndez (2013) expresa que es un modo de razonamiento o argumentación, por ende, implica un análisis ordenado, coherente y lógico del problema de investigación, teniendo en cuenta los supuestos verdaderos, así mismo esta tiene como propósito llegar a conclusiones que tengan relación con sus supuestos. Dicho método me posibilitara la creación de la hipótesis, investigación de bases científicas y las demostrativas de la misma. (p.239).

Dicho método me posibilitara la formulación de la hipótesis, Investigación de bases teóricas y la demostración de las mismas

2.6. Aspectos éticos

Valor social o científico

Para que esta investigación sea ética, debe tener un valor que refleje su importancia social, científica o clínica. Ofrecer una intervención que conduzca a los adecuados cambios para la satisfacción de la población. El valor social o científico es un requisito ético, por cuestiones de acciones responsables de los recursos limitados (esfuerzo, dinero, espacio, tiempo) y otras razones para evitar la explotación. Así se tiene como fin el trabajo adecuado sin riesgos y agresiones de posibilidad donde no se busque el beneficio propio y personal o social.

Justicia.

Se refiere que se debe tratar de la misma manera a todos los colaboradores encuestados, es decir con amabilidad, respeto, beneficencia. La aplicación de la entrevista se realizará teniendo en cuenta la privacidad apropiada, a la vez se hace hincapié que se tendrá siempre presente la responsabilidad de la utilización adecuada de la información, evitando inconvenientes posteriores.

2.7. Criterios de rigor científico

En el desarrollo de este proyecto de investigación, utilizaremos un criterio de valor científico que nos permita evaluar meticulosamente y la aplicación científica de los métodos de investigación, la adquisición de datos con técnicas de análisis de procesamiento utilizadas en esta investigación.

Fiabilidad o consistencia.

Este criterio nos asegurará que los resultados son más verdaderos, que las respuestas son independientes de las circunstancias de la investigación.

Validez.

Este criterio se utilizará para determinar si la interpretación de los resultados es adecuada y determina como el soporte importante en la investigación. El método de recolectar datos, describir eventos desde diferentes ángulos, experimentos, analizar la realidad y teóricamente desde un trasfondo empírico e interpretar la forma, revisando constantemente la presencia, ofrece al investigador rigor y certeza en sus resultados.

Credibilidad o valor de la verdad.

Se refiere a la aproximación que deben tener los resultados de la investigación en relación con el evento observado. El resultado se obtiene de terminaciones donde los términos encontrados son reales y verdaderos, independientemente de si se prueba la plata, si los resultados finales son confiables o no.

Esta investigación se llevó a cabo en estricta concordancia con la metodología basada en hechos confiables y técnicas de investigación científica para las que se utilizó el método científico, de igual manera haciendo referencia a las citas de los autores que conforman mi referencia de investigación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Diagnóstico del problema de diseño de rutas de recolección de residuos sólidos en JLO

A. Información general de la empresa.

El objeto de este estudio es la municipalidad distrital de José Leonardo Ortiz, que cuenta con 62 años de actividad política y es uno de los veinte distritos del estado de Chiclayo, en el departamento de Lambayeque

Fue creado por Ley 13734 del 28 de noviembre de 1961, denominada San Carlos, y fue reemplazado por José Leonardo Ortiz el 5 de febrero de 1966. Los primeros antecedentes históricos se remontan a la década de 1940. De 1962 a 1966, el municipio distrital comenzó a funcionar por decisión de la prefectura No. 031, cuyo primer alcalde fue elegido por la Asamblea Popular, el señor Enrique Arenas, haciendo sólo la instalación y organización administrativa del nuevo municipio. Posteriormente, el 5 de febrero de 1966, JOSÉ LEONARDO ORTIZ y SALCEDO aprobó la Ley N ° 16048, que cambió el nombre del distrito a "SAN CARLOS". Actualmente, hay un aumento significativo en la población del distrito, cerca de ciento ochenta mil habitantes, que es la jurisdicción de la región con mayor densidad de población fuera del país. El comercio es una de las principales actividades debido al complejo comercial Moshoqueque, que comercializa productos agrícolas, ganaderos y otros productos de la región. [19]

Ubicación Geográfica.

El distrito José Leonardo Ortiz está ubicado en el valle de Lambayeque, al norte de la ciudad de Chiclayo, en la región natural de Chala o Costa, a 765 km de la capital Lima, 79 ° 50 ". "50" de longitud occidental, 31 metros sobre el nivel del mar.

Límites.

Según documentos de creación, el distrito de José Leonardo Ortiz limita:

Por el Norte: Con la acequia Chilape con el Distrito de Lambayeque y Picsi.

Por el Sur: La acequia Cois, desde la interacción con la carretera de Ferreñafe y la urbanización San Lorenzo al Nor-Este, con el Distrito de Chiclayo.

Por el Este: Con la carretera de Ferreñafe, Distrito de Picsi y Chiclayo.

Por el Oeste: Con la línea del ferrocarril a Lambayeque y el Distrito de Pimentel, como se muestra en la siguiente.

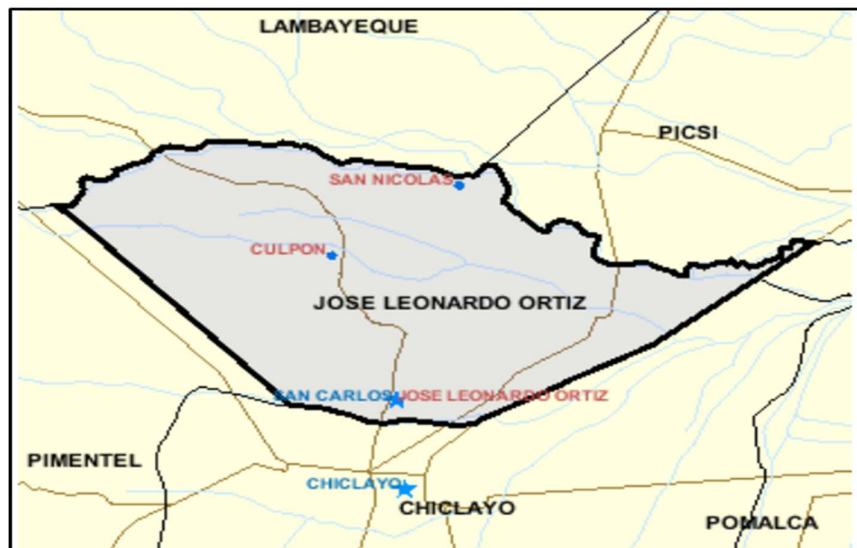


Figura 13. Mapa geográfico del distrito de José Leonardo Ortiz

Fuente: Archivo de la municipalidad de José Leonardo Ortiz [7]

Misión.

La Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz asume el fiel compromiso de trabajar por los más necesitados y cerrar la brecha social que divide a nuestros hermanos leonardinos. Una ciudad limpia y ordenada fortalece la calidad de vida de sus habitantes, es por ello, que la gestión municipal ejecutará obras relacionadas al saneamiento físico, a la cultura y deporte, y al mejoramiento del ornato vecinal. Administración municipal funcional con una sociedad civil organizada para un objetivo común; JOSÉ LEONARDO ORTIZ, PRÓSPERO, juntos los haremos.

Visión.

Establecer una Gestión Municipal de puertas abiertas, de acercamiento institucional a la población en su conjunto, garantizando su convivencia social en democracia con la práctica de las buenas costumbres e identidad vecinal.

Extensión.

Su extensión territorial del distrito de José Leonardo Ortiz, es de 28.22 km²

Tabla 7. Organización de la municipalidad de JLO

Razón Social	Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz
Ruc	20148364975
Nombre Comercial	Municipalidad José Leonardo Ortiz
Tipo de Empresa	Gobierno Regional Local
Condición	Activo
Alcalde	Elber Requejo Sánchez
Periodo	2023 – 2026
Fecha Inicio Actividades	28 / Noviembre / 1961
Actividad Comercial	Activ. Administ. Publica en General
CIU	75113
Dirección Legal	AV. Sáenz Peña N°2151
Distrito/Ciudad	José Leonardo Ortiz
Provincia	Chiclayo
Departamento	Lambayeque
Página Web	http://www.munijlo.gob.pe

Fuente: www.sunat.gob.org.pe [20]

Clima.

El clima en el distrito de JLO, presenta características similares que el de la franja costera de la provincia de Chiclayo, del desierto en primavera, subtropical en otoño e invierno, cálido en verano. La temperatura más alta es de 26,2 ° C (79,2 ° F) y la más baja es de 13,3 ° C (63,1 ° F).

Actividad Económica.

El comercio es la principal actividad económica debido al complejo comercial Moshoqueque, que vende productos agrícolas, ganaderos, otros de la región a otras regiones, como Kakamarkan y Piura. Como se muestra en la Tabla 8.

Del mismo modo, existen innumerables talleres de reparación de automóviles, máquinas, madera, carpintería metálica, tejas, hielo, ladrillos, mosaicos, curtidurías y muchas tiendas.

Tabla 8. Principales Actividades económicas del Distrito de JLO

Indicador económico	Porcentaje %
Agricultura, Ganadería y Pesca	1.4
Industria Manufacturera	11.03
Construcción	15.91
Comercio	25.54
Enseñanza	8.1
Otros	39.03
Desocupados	4.04

Fuente: Sub Gerencia de Desarrollo Económico y Promoción MYPE MDJL, (2014) [7]

Población.

Según el censo de 2017, tenía una población de 156.498, con una densidad de 5.545,64 habitantes / km², la última estadística estimada por el Instituto de Estadística e Informática.

Aspecto social y ambiental.

Según el plan de manejo de residuos sólidos de JLO, nos dice que no existe un padrón oficial sobre el número y tipo de viviendas, sin embargo, como resultado del trabajo realizado en campo se ha podido observar que existen zonas en que predomina el ladrillo (zona central) y el adobe en la periferia de la ciudad. Esto evidencia la informalidad y el desorden que agobian al distrito de José Leonardo Ortiz.

Servicios básicos agua y desagüe.

El 81.32 % tiene servicio de agua potable dentro de su casa, el restante de viviendas se abastece de camión cisterna, pozo, ríos, acequias, etc. En cuanto a servicio de desagüe y alcantarillado, el 71% de casas cuenta con servicios higiénicos se encuentra conectado a la red pública que a su vez está conectado al sistema de alcantarillado de la provincia de Chiclayo, y que el restante utiliza letrinas o pozos sépticos construido artesanalmente.

El 90% de viviendas cuenta con servicio de electrificación y el 10% no cuenta con este servicio, las viviendas con electrificación el 90.25% tiene alumbrado público y el restante no lo tiene. (Censo nacional INEI). [21]

Descripción del proceso del servicio de limpieza pública en JLO.

En el distrito de José Leonardo Ortiz, el ente encargado de la recolección de residuos sólidos es la Gerencia de Servicios Públicos, la misma que lo integran la subgerencia de limpieza pública, la gestión del tráfico, gestión del transporte público, gestión de registros civiles, gestión de servicios de equipos mecánicos, mercados, gestión sanitaria. La Figura 20 muestra la estructura orgánica de la gestión de los servicios públicos en la región José Leonardo Ortiz.



Figura 14. Estructura orgánica de la Gerencia de Servicios Públicos de JLO

Fuente: Organigrama municipal de José Leonardo Ortiz [7]

En este estudio el sujeto principal de investigación fue la Gerencia de Servicios Públicos y el objeto secundario es la sub gerencia de limpieza pública y sub gerencia de servicio de equipo mecánico, por ser las que se encuentran ligadas directamente al sistema de recolección y transporte de residuos sólidos del distrito de José Leonardo Ortiz.

La Sub Gerencia de Limpieza Pública, es la encargada de velar por la limpieza y ornato de la ciudad, de las calles, parques y jardines estén limpios, disponiendo de (métodos, equipos y personas), para lograr el objetivo, esta sub gerencia está conformada por otras áreas como: parques y jardines, barrido de calles, limpieza pública, encargadas de velar por el cuidado y ornato de la ciudad. A esta sub gerencia está adscrita La Oficina de Gestión Integral de la Calidad (OGICA), encargada del programa de segregación en fuente y recolección selectiva “Reciclemos Juntos” el cual tiene como finalidad disminuir el arrojado de residuos sólidos reciclables a las calles y botaderos informales, la formalización de los recicladores informales y cuidar al medio ambiente, aplicando las 3R’s, (Reducir, Reusar y Reciclar), son algunos de los objetivos de este programa. Todas las viviendas (empadronadas previamente), reciben un beneficio económico del programa que es por cuatro (4) bolsas de residuos reciclables se les entrega un vale de descuento del 10% en pago mensual y puntual de arbitrios de limpieza pública.

La sub Gerencia de Servicios de Equipo Mecánico, encargada de velar por el mantenimiento y funcionamiento de los equipos de limpieza pública y de todas las unidades que pertenecen a la municipalidad, su principal objetivo es mantener operativas las unidades móviles, que llegan a sus instalaciones, pero su principal obstáculo es que no cuentan con el presupuesto y herramientas necesarios para cumplir su labor de forma eficaz y eficiente, cabe mencionar las unidades móviles con qué cuenta la municipalidad de José Leonardo Ortiz son antiguas, cual dificulta aún más su trabajo. Para ver el equipamiento de la sub gerencia de equipo mecánico ir al Anexo 04.

3.2. Resultados.

3.2.1. Resultados de lista de cotejo.

Actividad 1: Los recolectores que realizan el servicio, siguen la ruta establecida.

(Insatisfactorio) En algunas oportunidades los recolectores de residuos sólidos cambian de ruta y se rigen según la urgencia del servicio.

Actividad 2: Las unidades de recolección que realizan el servicio, están en óptimas condiciones

(Insatisfactorio) La recolección de residuos sólidos se realiza con 2 volquetes de 10 ton. de capacidad, 6 compactadores de 9.5 T. Una retroexcavadora y un cargador frontal. Las unidades móviles presentan signos de deterioro, por falta de mantenimiento oportuno. (Ver anexo N° 04)

Actividad 3: El recurso mano de obra que ofrece el servicio cuenta con los elementos de protección personal.

(Insatisfactorio) Los empleados que realizan este trabajo no cuentan con el equipo de protección personal adecuado - guantes, zapatos, máscaras, chalecos de identificación - herramientas de montaje adecuadas para hacer un mejor trabajo.

Actividad 4: Las unidades móviles recolectoras reciben mantenimiento preventivo.

(Insuficiente) Estas unidades solo cuentan con mantenimiento correctivo, lo que significa que no recolecta residuos sólidos durante el día o días de mantenimiento.

Actividad 5: Los obreros del servicio de recolección utilizan el 100% de su capacidad para la recolección de residuos sólidos.

(Insatisfactorio) No, debido a que realizan reciclaje informal y clandestino, por lo que en algunas oportunidades descuidan la recolección de residuos por reciclar, también cabe mencionar que muchos de este personal son mayores de edad, lo que disminuye su eficiencia en el servicio.

Actividad 6: Se utiliza toda la potencia del recolector existente.

(Satisfactorio) Si utilizan los recolectores al 100% de su capacidad. Sin embargo, esto no es suficiente, se nota que existe la necesidad de más recolectores, ya que lo que está disponible es insuficiente.

Actividad 7: Los ambientes de almacenamiento de los camiones recolectores de residuos sólidos son seguros.

(Insatisfactorio) Las unidades para la recolección de residuos sólidos se cuidan en un área del estadio Carlos Castañeda área cerrada y con vigilancia, sin embargo, no cuenta con tolderas, el polvo se acumula fácilmente.

Actividad 8: Los obreros que realizan el barrido de calles emplean herramientas adecuadas para realizar su trabajo.

(Insatisfactorio) Por la falta de elementos necesarios como el rastrillo, carretillas, escoba, recogedor, lo que no permite que se cumpla un trabajo adecuado y satisfactorio.

Actividad 9: Los camiones recolectores se pasa por alguna calle, dos veces

(Satisfactorio) Si, debido a que no se tienen un trayecto establecido, se basa en el conocimiento y experiencia del conductor y la conductora de turno, este realiza el trayecto como sea adecuado desde su parecer. A consideración de los conductores se pasa dos veces por alguna calle debido a que las pistas están en mal estado.

Actividad 10: El personal de la recolección cumple con el horario establecido.

(Satisfactorio) Pero debido a que son personas, en algunos casos, mayores de edad, y teniendo en cuenta que se necesita más tiempo para su función, se considera insuficiente.

3.2.2. Análisis de Entrevista al gerente de Limpieza Pública.

Cambios y diseño de rutas de recolección. El Gerente de Gestión Ambiental del Municipio de JLO, nos comenta sobre la problemática que afecta al distrito de JLO; en la actualidad se recolectan en promedio 128T/día de residuos sólidos, y se dejan de recolectar un promedio de 58 T/día, lo que serial 1740 T/mes sin recolectar residuos sólidos, coincide en que se deben realizar cambios en la recolección de residuos sólidos, utilizando nuevas rutas con un sistema adecuado de recolección y transporte de residuos sólidos, con más

maquinaria y recurso humano, para que no haya impactos negativos en nuestro medio ambiente, agua, aire y suelo y, así es posible evitar focos de infecciones, insectos vectores y la propagación de roedores que pueden transmitir enfermedades y epidemias, contaminación de fuentes de agua subterránea, deterioro estético del paisaje por acumulación de residuos sólidos. La elección debe hacerse siempre en función de la comunidad en la que se va a utilizar, ya que debe adaptarse a las condiciones topográficas de la zona, que dificultan el acceso a las rutas de recolección.

Cantidad de residuos: Debido a la gran cantidad de residuos generados, existe este parámetro para determinar el equipamiento necesario, para lo cual la elección de equipamiento que no cumpla con el volumen de residuos tiene un fuerte impacto en la cobertura de recolección de residuos, así tenemos residuos sólidos no recolectados entre la población.

Topografía: El área de JLO no cuenta con la topografía adecuada, y es necesario tener en cuenta las condiciones topográficas de las calles o áreas de servicio para poder distribuir adecuadamente las rutas, para conocer cuáles deben ser las condiciones técnicas de los vehículos que deben realizar el servicio de recolección, tales como alimentación, transmisión del motor. De esta forma, si se conoce el funcionamiento de los vehículos el servicio será más eficiente.

Ancho y estado de las vías: El distrito de JLO cuenta con calles angostas, calles sin salida, calles en mal estado y posibles obstáculos como buzones de desagüe sin tapa, acequias en medio de pistas, para ello debemos tener en cuenta el tamaño de cada vehículo. Sabiendo que la controlabilidad depende de excesivas barreras físicas externas.

3.2.3. Análisis de Documentos.

A. Plan de manejo de residuos sólidos de la municipalidad distrital de José Leonardo Ortiz

Plan de Manejo de Residuos Sólidos Municipales José Leonardo Ortiz (2014), nos muestra que el mayor porcentaje de generación de residuos, son los domiciliarios con 107.117 T/día, lo que nos muestra que los hogares son los mayores productores de residuos

sólidos, y de los no domiciliarios 18.505 T/día, los mercados son los que más generan, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 9. Generación total de residuos sólidos en JLO

Sectores	Generación de residuos por sector (T/día)
Residuos sólidos domiciliarios	107. 117
Residuos sólidos no domiciliarios	18.505
- Instituciones públicas y privadas	2.155
- Comercios	2.102
- Hoteles	0.192
- Mercados	5.525
- Restaurantes	2.831
- Instituciones educativas	0.700
- Barrido de calles	5.000
TOTAL	125.622

Fuente: EC-RRSS, Julio 2014 [7]

Sin embargo, para el año 2022, la municipalidad cuenta con 8 vehículos operativos, 6 compactadoras y 2 volquetes, agudizando aún más el problema de la recolección de residuos sólidos.

El porcentaje de recolección es de 70 % siempre y cuando todas las unidades estén operativas es decir las 6 compactadoras, 2 volquetes, 1 cargador frontal, 01 retroexcavadora, El personal con que cuenta, son un total de 180 trabajadores divididos en 32 choferes, 76 ayudantes / obreros, 38 barredores, 27 en limpieza de parques y jardines, 7 guardianes y 8 trabajadores administrativos. Para los cuales les hace falta una logística apropiada. (ONG ODS/AMBIDES/LSA, 2011). [8]

Según la Sub Gerencia de Limpieza Pública de MDJLO (2014), para una mejor eficiencia en la recolección de residuos sólidos, el distrito se ha dividido en 12 zonas, las cuales son:

1. P.P. Atusparias, F. Cabrera, M Bastidas, La Mercedes
2. Urb. Latina
3. Garcés, Urb. San Carlos
4. Complejo Moshoqueque primer sector, segundo sector Urb. F. Bolognesi, A. Independientes, recojo y barrido de acumulación de basura Moshoqueque,
5. Atusparias
6. San José Obrero, Casa Blanca, Salamanca, Las Palmeras, Av. UNPRG, Los Patos
7. M.P. Bellido, Medio Mundo, J.S. Chocano, 5to Sector Urrunaga
8. P.J. Urrunaga tercer sector
9. P.J. Urrunaga segundo sector, el obelisco, Carlos Stein, San Eugenio, El Ingeniero
10. Ayacucho, Junín, Huáscar, Atahualpa, N. de Ayllón, España
11. Barsallo, Luján, Upis 1° de Mayo
12. Indoamericana

En la cual según la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), el 03 de abril del 2014 se identificó 6 puntos más críticos, siendo estos: Atusparias con Av. Agricultura altura de la cuadra N° 6, Pj. El milagro de Dios altura del km 1 de la carretera a Ferreñafe, Pj. Villa hermosa con Av. Chiclayo y 27 de julio, P.J. Urrunaga. Av Balta intersección con Av. Panamá, PJ Urrunaga. Av. Balta intersección con argentina y Urb. Carlos Stein con Av. Chiclayo (ver anexo N° 05).

En el distrito de José Leonardo Ortiz, según la Tabla 10, composición física de los residuos sólidos del distrito de JLO, (2014). El mayor residuo sólido es la materia orgánica (restos de cocina y jardín) con 55.84%, seguido de residuos inertes con 14.18%, bolsas con

3.82%, papel con 3,10%, cartón 2.08%, a continuación, se muestra la composición de los residuos sólidos.

Tabla 10. Composición física de los residuos sólidos del distrito de JLO

N°	Tipo de residuo Sólido	Composición Porcentual
		%
1	Materia Orgánica	55.84%
2	Madera, Follaje	2.05%
3	Papel	3,10%
4	Cartón	2.08%
5	Vidrio	1.51%
6	Plástico PET	0.63%
7	Plástico Duro	1.39%
8	Bolsas	3.82%
9	Tetra Pak	0.26%
10	Tecnopor y Similares	0.60%
11	Metal	0.66%
12	Telas, Textiles	2.13%
13	Caucho, cuero jebe	1.25%
14	Pilas	0.03%
15	Restos de medicinas, Focos, etc.	0.12%
16	Residuos Sanitarios	9.86%
17	Residuos Inertes	14.18
18	Otros Carbón	0.47%
19	Aparatos Electrónicos	0.01%

Fuente: Plan de manejo de residuos sólidos JLO, 2014 [7]

Según la Gerencia Regional de Salud, en el órgano Dirección Ejecutiva de Salud (DESA), en su informe evaluación sanitaria en la etapa de recolección de residuos sólidos municipales de la municipalidad de José Leonardo Ortiz, determinó un riesgo sanitario con un porcentaje de 73.6 % en el año 2014 frente a un 81.3% en el año 2013, pese a la disminución del riesgo sigue siendo considerado como MUY ALTO, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11. Calificación de riesgo de los residuos sólidos en JLO

AÑO	PORCENTAJE DE CONTAMINAZION – MINSA/ DESA	DOCUMENTO	RIESGO
2013	82.3%	Ficha evaluativa SB28- 2013	MUY ALTO
2014	73.6%	Ficha evaluativa SB28- 2014	MUY ALTO

Fuente: Gerencia regional de salud- Dirección regional de salud (GERESA-DESA, 2015). [22]

Flujograma actual del manejo de los residuos sólidos de la municipalidad de José Leonardo Ortiz.

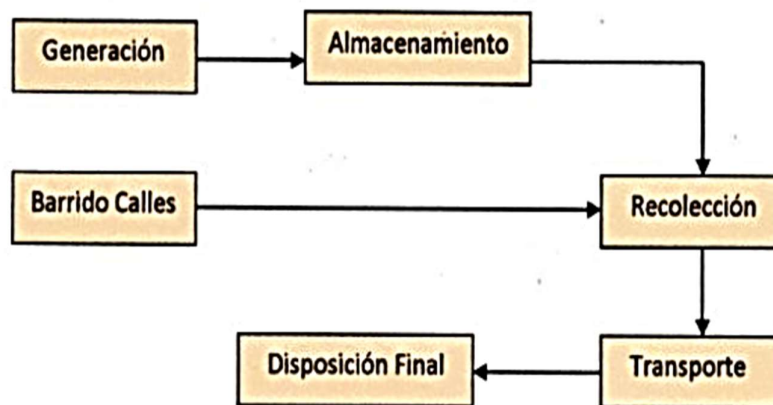


Figura 15. Manejo Actual de los RRSS en JLO

Fuente: Municipalidad de José Leonardo Ortiz. [7]

La recolección de los residuos sólidos en JLO, según el plan de manejo de RS, el porcentaje de recolección es del 70 %, siempre y cuando todas las unidades estén operativas, caso contrario el porcentaje de recolección de RS será menos.

B. Plano de José Leonardo Ortiz

Se analizó el plano de José Leonardo Ortiz, versión 2014 y 2017, el cual no contaba con una distribución de zonas de recolección de residuos sólidos.

Se evidencio la desactualización del plano del distrito, el cual muestra que se trabajaba sin información real del distrito, esto dificultaba aún más la recolección de residuos sólidos.

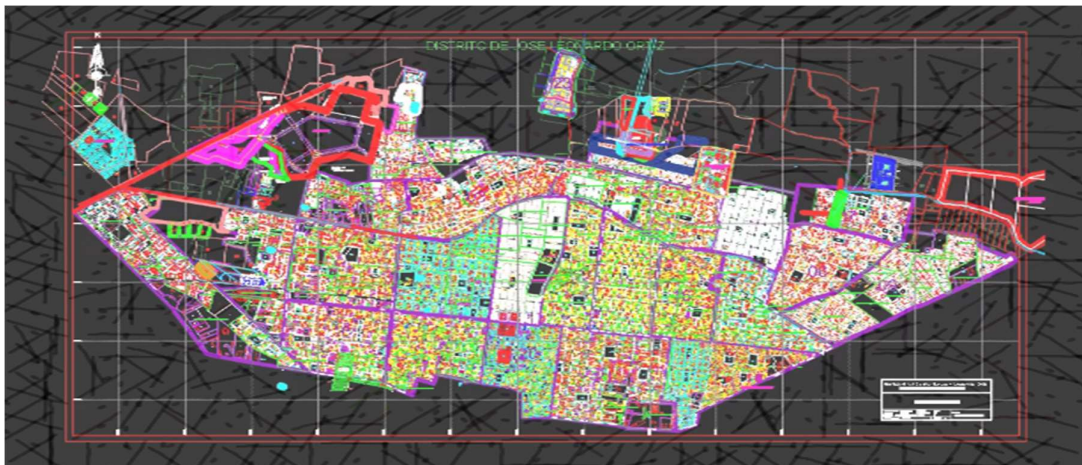


Figura 16. Plano del distrito de José Leonardo Ortiz dividido en los sectores de trabajo.

Fuente: Municipalidad de JLO [23]

C. Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la provincia de Chiclayo – PIGARS

En este documento da cuenta del incremento poblacional desordenado del distrito de José Leonardo Ortiz y lo más importante es que se presenta una generación de residuos sólidos en T/año el cual para el 2012 fue de 47,543 T/año y para el año 2022 se estima 60,724 T/año. En el PIGARS de la Provincia de Chiclayo, estima que para el distrito de José Leonardo Ortiz el porcentaje de residuos sólidos aumentará en un 21.7%, cuantificando será de 13,181 toneladas más que se producirá con respecto al año 2012, el estudio también incluye JLO

como el segundo distrito generador de residuos sólidos de la provincia de Chiclayo, después de la capital provincia, con un promedio de 130 T/día, en el año 2012. En la figura 23 se compara con otras provincias del estado de Chiclayo en términos de generación de desechos sólidos por día. [24]

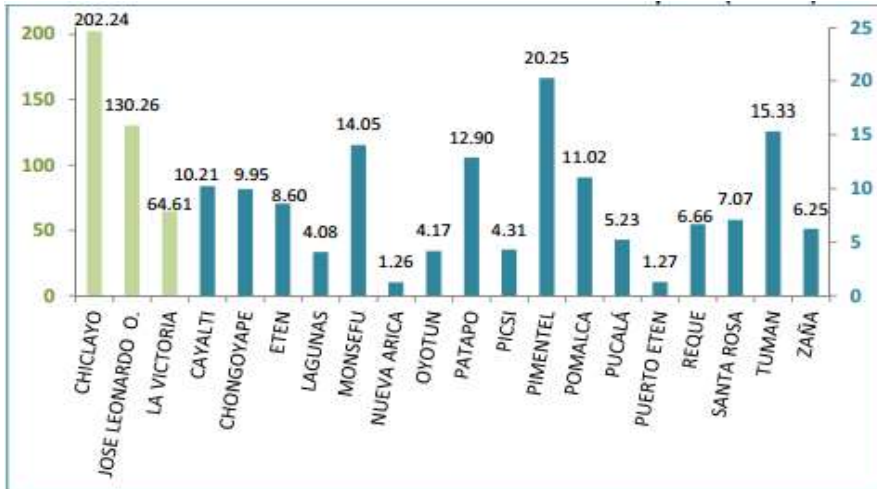


Figura 17. Generación diaria de residuos municipales (T/día).

Fuente: PIGARS Provincia de Chiclayo (2012). [24]

D. Manual de municipios ecoeficientes MINAN (2009)

Métodos de recolección

Según el manual para municipios ecoeficientes, los métodos o clases de recolección más utilizados son:

Recolección convencional.

Probablemente sea el más utilizado por la gran mayoría de municipios del país, estos son considerados unos vehículos que vierten los residuos sólidos para su disposición final, llamados también compactadores ordinarios, la capacidad de los mismo bordea entre 2 y 8 toneladas (siendo el promedio 4 toneladas). La recolección convencional puede ser de dos tipos:

Recolección por punto fijo: Esto es cuando la camioneta se detiene durante varios minutos en ciertos puntos de la calle, esperando que los usuarios arrojen sus desechos sólidos.

Recolección casa por casa: Este método ocurre cuando las personas del camión recolectan desechos sólidos de casa en casa.

Recolección no convencional.

Otros sistemas alternativos de recolección de residuos sólidos utilizados en ciertas áreas debido a su geografía escarpada o poca disponibilidad, tales como:

Unidades de triciclo

Unidades compuestas por animales

Uso de ruedas en la selva.

Equipos de recolección de residuos sólidos Nacional.

Con base en todo lo anterior, los equipos de recolección más comúnmente usados en el medio urbano del país, según el ministerio del ambiente son:

Vehículos de montaje convencionales

Camión de barandilla

Semi camión.

Compactador

Camión de la basura



Figura 18. Vehículos convencionales para la recolección de RRSS en el Perú.

Fuente: *Manual para Municipios Ecoeficientes MINAN, 2009.* [13]

Vehículos de recolección no convencional

Unidades de triciclo

Unidades compuestas por animales

El uso de ruedas en la jungla



Figura 19. Vehículos convencionales para la recolección de residuos sólidos en el Perú.

Fuente: *Manual para Municipios Ecoeficientes MINAN, 2009.* [13]

1.1.1 Herramientas de diagnóstico, diagrama de Ishikawa

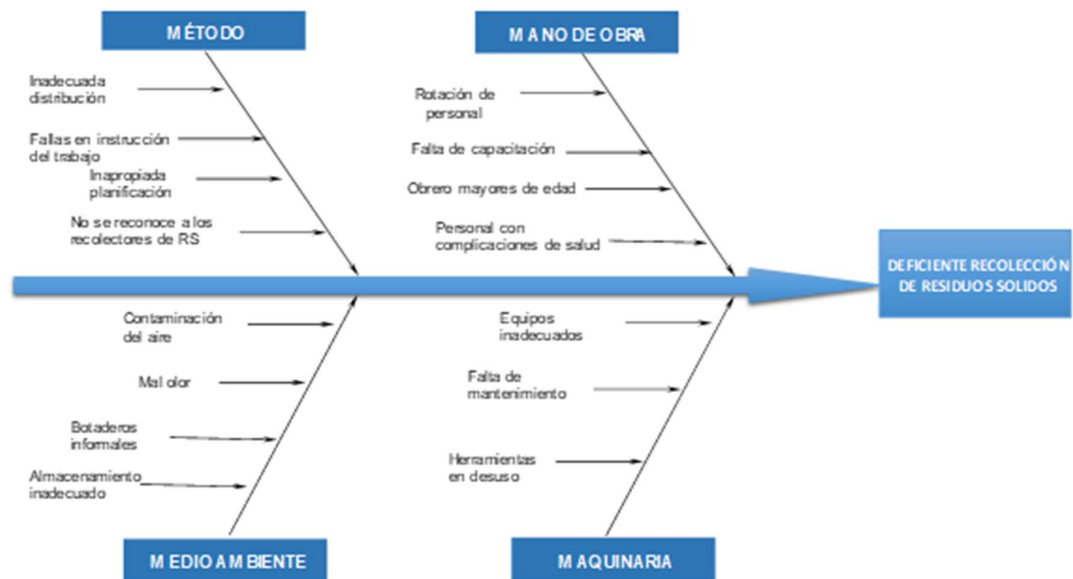


Figura 20. Diagrama de Ishikawa del problema de recolección de RRSS de JLO.

Fuente: Los autores

3.1.5. Situación actual de la variable dependiente

Analizada la problemática del distrito de José Leonardo Ortiz, porcentaje de recolección de Residuos Sólidos es del 69 %, siempre y cuando todas las unidades estén operativas, partiendo de los datos obtenidos en la entrevista al gerente de gestión ambiental de la municipalidad de JLO, se tiene que se producen 186 T/día solo se podrán recolectar 128 T/día habiendo un déficit de recolección de 58 T/día. Si a esto le multiplicamos por 365 días/año se dejará de recolectar 20,280 T/año, lo cual representa un grave problema para los habitantes del distrito de JLO

3.2. Propuesta de investigación

3.2.1. Fundamentación.

La problemática de la recolección de residuos sólidos afecta a todo el universo, en el distrito de José Leonardo Ortiz, el municipio brinda el servicio de recolección, teniendo como responsabilidad la actividad de recolección periódica por lo que es importante lograr los objetivos y permitir una adecuada gestión para la salud de la población, del medio ambiente y la higiene. Además, los costos que conlleva su gestión pueden llegar al 80% del

presupuesto total del municipio, por lo que es necesario realizar un estudio adecuado para mejorar los costos asociados a la gestión de residuos sólidos.

Se realiza una propuesta para el diseño de rutas de transporte para optimizar la recolección de residuos sólidos en el municipio JLO. Se acentúa una situación de mejora para la recolección de RS, con nuevos diseños de rutas de recogida y con las máquinas necesarias para mejorar la colección de RRSS.

La cual propone mejorar la situación de la recolección de RS, con nuevos diseños de rutas de recolección y con la maquinaria necesaria, para mejorar la recolección de RRSS.

3.2.2. Objetivos de la propuesta.

- a) El diseño de rutas de transporte contribuye a optimizar la recolección de residuos sólidos en el distrito de José Leonardo Ortiz.
- b) Diagnosticar el estado actual del sistema de recolección de residuos sólidos en el distrito de JLO.
- c) Utilizar el método más apropiado para modelar y optimizar las rutas de recolección.
- d) Realizar una propuesta técnica para la optimización de rutas.
- e) Analizar el progreso de la recolección de residuos sólidos.

3.2.3. Desarrollo de la propuesta.

El trabajo está enfocado a un aporte de valor esencial el cual busque lograr un sistema integral, de recolección de residuos sólidos en la municipalidad de José Leonardo Ortiz, por ello se inicia con una adecuada recolección y generación de actividades con anticipación, además de la mejora de cada etapa para que se adecue y se mejora la ruta de recolección teniendo en cuenta la solución óptima del modelo propuesto.

Luego se ejecuta el modelo propuesto. Finalmente, se presentan las ventajas y amenazas cualitativas del proyecto.

3.2.3.1. Método de recolección.

De acuerdo con lo analizado, en el distrito de José Leonardo Ortiz podemos aplicar diversos métodos e incluso combinarlos, de acuerdo a la geografía de la ciudad, analizamos cual es el método más apropiado para el distrito.

A. Método de Esquina o de Parada Fija.

Se puede decir que es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio, a estar estacionado el vehículo en una esquina puede atender a los usuarios verticales y transversales de la vía, siendo este método es el más efectivo.

Una vez que los usuarios han llegado hasta el vehículo, esperan que un operador les tome el recipiente y, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se le entregó para que, a su vez, se lo devuelva al usuario, quien después de ser atendido se retira del vehículo.

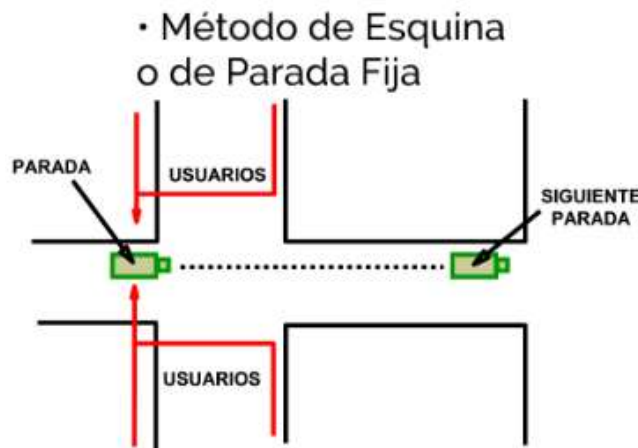


Figura 21. Método de esquina o parada fija.

Fuente: Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos (Ricardo Zarate)

[25]

B. Método de Acera.

El equipo operativo del camión recoge los contenedores de residuos sólidos que los usuarios del servicio han colocado en la acera y luego los traslada al camión para vaciar la salida marcada o el compartimento de carga. vehículo; posteriormente, devolverlos a la acera

desde donde los habían trasladado para permitir que los usuarios los envíen a sus casas ya vacías.

Este método, además de ser más costoso que el de esquina, presenta el inconveniente de que animales domésticos y no domésticos (perros, gatos y ratas entre otros), pueden verse atraídos por recipientes con basura sobre la acera, pudiendo en un momento dado, dispersar sobre la misma al buscar su alimento y, dando por resultado que la recolección se lleve a cabo en forma más lenta.

• Método de Acera

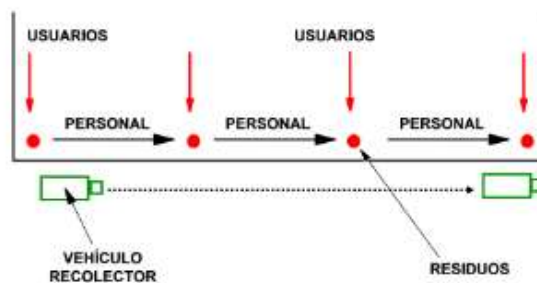


Figura 22. Método de acera.

Fuente: Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos (Ricardo Zarate)

[25]

C. Método de "Llevar y Traer" o Intradomiciliario.

Este método es similar al pavimento, excepto que los trabajadores de la máquina recolectora ingresan a las casas a través de contenedores de residuos sólidos, devolviéndole al mismo lugar donde fueron llevados cuando fueron vaciados en el contenedor. vehículo. Naturalmente, este método de recolección suele resultar más costoso que el de acera y, aún más que el de esquina.

• Método Intradomiciliario o de Llevar y Traer

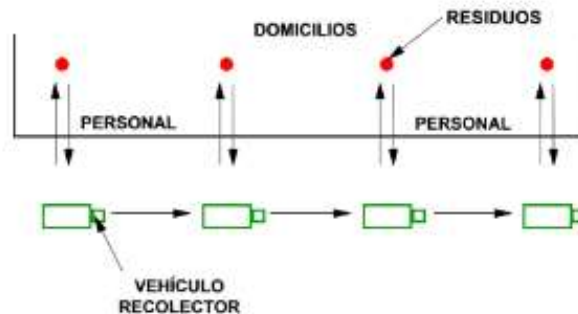


Figura 23. Método intradomiciliario o de llevar y traer.

Fuente: Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos (Ricardo Zarate)

[25]

D. Método de Contenedores.

El Método de Contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio. Puede decirse que este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras, en José Leonardo Ortiz, se puede aplicar en el Mercado Mochoqueque y en mercado adyacentes. La localización de los contenedores, deberá disponerse de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que, además, pueda realizar maniobras sin problemas.

• Método de Contenedores

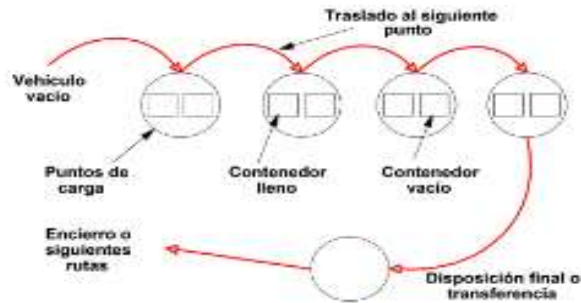


Figura 24. Método de contenedores.

Fuente: Diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos (Ricardo Zarate)

[25]

Según lo analizado, en el distrito de José Leonardo Ortiz el método más apropiado tanto económicamente como por la idiosincrasia de la población sería el Método de Esquina o Parada Fija, por ser el más económico ya sea en su implementación y en su operación. Para su implementación no se necesita hacer gasto en herramientas y/o equipos adicionales como lo son el método de contenedores, que se tiene que adquirir contenedores de RRSS, para su operación se necesita 1 conductor y 2 operarios que reciben los RRSS y vierten en el contenedor, en cambio en el método de Acera se necesita 1 conductor y 3 operarios (dos traen los RRSS y uno vierte dentro del contenedor).

3.2.3.2. Macrorutas – sectorización de la ciudad.

Para que la recolección sea correcta y factible para toda área, se estima la cantidad de los residuos sólidos y se determina el número de camiones requeridos en cada trayecto. Así mismo la asignación de cada sector a cada camión recolector. Este concepto de las macrorutas consiste en la división de la ciudad en áreas concretas para una recolección correcta y viable. [14]

Sectorización.

Es la cualificación de las diversas divisiones de la ciudad de acuerdo con los juicios críticos de planificación. Para una buena sectorización de las rutas de recolección, se tuvo en cuenta.

- Planos del distrito
- Localización de los puntos de acumulación de RS
- Generación o producción por unidades de residuos sólidos
- Método de recolección de residuos sólidos a utilizar
- Continuidad de recaudación de residuos sólidos
- Cantidad de vehículos a utilizar para la recolección
- Población a atender

Necesidad de vehículos para recolección.

Población = 156,498 habitantes

Frecuencia de recolección = 3/7

Producción de residuos sólidos = 0.557 kg/hab/día (producción per cápita)

Número de viajes = 2

Peso volumétrico de lo compactado = 450kg/m³

Volumen de caja de compactador. 12 m³

Días = 7

Factor de cobertura = 100%

Horas = 6 horas

$$Nv = \frac{G \times P \times 7 \times Fr \times K}{N \times C \times Hd}$$

Nv= Número de vehículos

G= Generación de residuos per cápita.

P= Población

Fr= Factor de reserva

K= Factor de cobertura

N= número de vueltas

C= Peso volumétrico

Hd= horas de trabajo

C= V +Pv

C= 12x450

C= 4500 kg

$$Nv = \frac{0.557 \times 156\,498 \times 7 \times 1 \times 1}{2 \times 4500 \times 6}$$

$$Nv = 11.29$$

Número de vehículos 12

Número de Zonas = 22

Aplicando la fórmula obtenemos que la cantidad necesaria de vehículos para la recolección de residuos sólidos es de 12 vehículos de 12m³. En la actualidad existen 6 compactadoras y 2 volquetes. Existe un déficit de 4 vehículos, pero no obstante hay que tener en cuenta que la flota de vehículos no es homogénea.

Si se tiene 12 vehículos, debemos tener a lo mucho 22 trayectos que nos permitirán lograr el alcance adecuado de vehículos para todas las rutas teniendo en cuenta que cada vehículo tiene dos turnos, esto conlleva a que cada vehículo este los dos turnos en su zona para mayor eficiencia en la recolección. Una vez obtenidos los datos se procede a reorganizar el trayecto de recolección analizando, la capacidad máxima de cada vehículo y con la información que se tiene sobre las toneladas recogidas en cada ruta, la cual se detalla en la distribución de toneladas por trayecto la cual se visibiliza en la tabla N° 11, donde se detalla el número de rutas nuevas, la distribución de toneladas y asignación de rutas nuevas.

Tabla 12. Distribución de toneladas RRSS por Ruta Propuesta en JLO

Rutas	Zonas	Toneladas Promedio por Día
-------	-------	-------------------------------

1	P.P. Atusparias	8.305
2	Urb. Latina/San Carlos	9.23
3	P.J. Garces/ Urb. San Carlos	10.68
4	Urb. San Lorenzo / F. Bolognesi	10.13
5	P.J. San José Obrero	10.18
6	Urb. Salamanca	10.58
7	Upis. Maria Parado de Bellido	10.3
8	P.J. Jose Santos Chocano/ P.J. Urrunaga 5to sector	11.21
9	P.J. Urrunaga 2do y 3er sector	10.72
10	Upis 1ro de Mayo, 1er, 2do y 3er sector	10.17
11	Urb. Barsallo/1ro de mayo 4to, 5to y 6to sector	10.19
12	P.J. Luján	10.25
13	P.J. Los Patos/UNPRG/Las palmas	11.56
14	Upis Milagro de Dios/ P.J. Villa Hermosa 1er sector	8.77
15	P.J. Villa Hermosa 2do sector	9.89
16	Urb. Carlos Stein Chaves/P.J. Urrunaga 5to sector	10.49
17	Upis San Miguel/Upis Ramiro Priale 1er sector	11.01
18	P.J. Miraflores/A.H Alberto Fujimori	11.32
19	A.H. Indoamerica/A.H. Nuevo Culpon	10.75
20	P.J. Santa Ana 2do sector/ Camal municipal/La Dispensa	10.28
21	Mercado Moshoqueque 1er sector	9.59
22	Mercado Moshoqueque 2do sector	10.8
<hr/>		
Total		226.405
<hr/>		

Fuente: Los autores

Para que se utilice y se facilite la división de rutas de recolección se ha identificado las formas que formarán parte de los espacios nuevos y antiguos lo que permitirá el flujo cómodo y adecuado en la creación de la ruta.

3.2.3.3. Microrutas – modelo de optimización.

La municipalidad de JLO carece de un sistema de rutas de recolección de residuos sólidos que permita el desarrollo adecuado del servicio. Tomando en consideración que el distrito está dividido en sectores que permitirán una división de rutas para el acopio de los residuos, de esta manera hace posible la división de rutas con una recolección que facilite su recojo oportuno y adecuado. Se han dividido en 22 sectores, de manera que se realice un análisis más profundo, que a la vez permita realizar una propuesta técnica de recorrido por zona.

De esta manera también, hemos empleado el método de optimización, mediante la programación lineal, de manera que podamos obtener el menor recorrido posible, en función de los nodos y arcos del recorrido. Con el programa Lindo, bajo el lenguaje de programación de Lindo 6.1

Lo que busca este procedimiento, es, de manera muy similar el **algoritmo del vecino más cercano, obtener el menor recorrido**, lo cual se realizará en el siguiente orden:

1. Se identificará todos los nodos que tengan un grado impar.
2. Se encuentran las combinaciones que representen la menor distancia de arcos, entre los nodos.
3. Acceder a los arcos que tienen un grado par, de manera que se pueda completar el recorrido.
4. Finalmente, encuentra el circuito de Euler, para obtener el recorrido final, es decir, obtener la solución óptima para la situación.
5. Para la obtención de los residuos sólidos diarios, en función de los datos obtenidos, hemos aplicado una función de distribución normal, para simular los

resultados de generación de residuos, con una media de 21.45kg y una desviación estándar de 11.33

A continuación, tenemos:

Variables de Decisión:

$X_{i,j}$ = Distancia entre el nodo i y el nodo j

Función Objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = 78X_{0,1} + 77 X_{1,0} + 136 X_{0,2} + 32 X_{2,0} + 47 X_{3,0} + 75 X_{10,1} + \dots + 122 X_{23,24} + 77 X_{24,23} + 90 X_{22,24} + 51 X_{24,21}.$$

Sujeto a:

$$\text{Nodo 0: } X_{0,1} + X_{0,2} = 18$$

$$\text{Nodo 1: } X_{1,0} + X_{1,10} = 38$$

$$\text{Nodo 2: } X_{2,0} + X_{2,3} + X_{2,5} = 17$$

: : : : :

: : : : :

$$\text{Nodo 23: } X_{23,22} + X_{23,21} + X_{23,24} = 37$$

$$\text{Nodo 24: } X_{24,23} + X_{24,21} = 1$$

$$X_{i,j} = 0,1$$

$$X_{ij} > 0$$

Seguidamente aplicamos lo adecuado los 22 sectores próximos, Solución Óptima Encontrada en Anexo 07, para todo el trayecto de recolección de residuos sólidos.

Tabla 13. Recolección de RRSS en la zona N° 1

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos		
					Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
1	1	1--2	1	78	235	7050	7.05
1	1	2--3	6	77	380	11400	11.4
1	1	3--4	6	136	710	21300	21.3
1	1	4--1	4	32	230	6900	6.9
1	2	1--2	8	47	220	6600	6.6
1	2	2--3	7	75	240	7200	7.2
1	2	3--4	6	62	420	12600	12.6
1	2	4--1	5	111	540	16200	16.2
1	3	1--2	5	94	290	8700	8.7
1	3	2--3	4	128	620	18600	18.6
1	3	3--4	7	41	250	7500	7.5
1	3	4--1	7	61	290	8700	8.7
1	4	1--2	2	102	420	12600	12.6
1	4	2--3	2	97	210	6300	6.3
1	4	3--4	8	132	650	19500	19.5
1	4	4--1	6	77	230	6900	6.9
1	5	1--2	5	90	310	9300	9.3
1	5	2--3	3	51	260	7800	7.8
1	5	3--4	5	41	340	10200	10.2
1	5	4--1	8	58	140	4200	4.2
1	6	1--2	5	119	460	13800	13.8

1	6	2--3	5	54	200	6000	6
1	6	3--4	8	41	270	8100	8.1
1	6	4--1	8	109	390	11700	11.7

Fuente: Elaboración Propia

La ruta de recorrido de la zona 1, inicia en una avenida principal, la Av. México y la calle José Carlos Mariátegui, continúa el recorrido hasta la Av. Agricultura, ingresa a la calle Jorge Chávez, Av. Humboldt, 27 de Julio, y otras. Se dispone que el camión siga cercano a una avenida principal y que acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal, para evitar un doble recorrido y poder tener sistematizada y ordenada toda la zona. Recolectara 8.31 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. México y Av. Agricultura.



Figura 25. Ruta de recolección de RRSS zona 1

Fuente: Los autores

Tabla 14. Recolección de RRSS en la zona N° 2

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
------	---------	------	--------------	-----------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------

2	1	1--2	2	121	520	15600	15.6
2	1	2--3	8	108	360	10800	10.8
2	1	3--4	4	38	250	7500	7.5
2	1	4--1	6	126	610	18300	18.3
2	2	1--2	2	50	280	8400	8.4
2	2	2--3	1	111	500	15000	15
2	2	3--4	8	25	150	4500	4.5
2	2	4--1	3	101	370	11100	11.1
2	3	1--2	3	33	220	6600	6.6
2	3	2--3	6	79	280	8400	8.4
2	3	3--4	1	142	720	21600	21.6
2	3	4--1	8	110	420	12600	12.6
2	4	1--2	1	80	440	13200	13.2
2	4	2--3	8	90	380	11400	11.4
2	4	3--4	7	56	370	11100	11.1
2	4	4--1	3	106	510	15300	15.3
2	5	1--2	9	63	220	6600	6.6
2	5	2--3	7	138	430	12900	12.9
2	5	3--4	4	104	410	12300	12.3
2	5	4--1	10	97	230	6900	6.9
2	6	1--2	3	105	480	14400	14.4
2	6	2--3	10	64	350	10500	10.5
2	6	3--4	4	110	350	10500	10.5
2	6	4--1	9	118	380	11400	11.4

Fuente: Los autores

La ruta de recorrido de la zona 2, inicia en la avenida principal, Av. José Quiñones y la calle Tarapacá, continúa el recorrido por la calle Carlos Castañeda, llega a México, cruza la Av. Sáenz Peña, calle Próceres, Cacique Quinto, entre otras, ingresa a la Av. Augusto B. Leguía, calle Conquista. Se dispone que el camión siga cercano a una avenida principal y que acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal, para evitar un doble recorrido y poder tener mapeada y ordenada toda la zona. Recolectará 9.23 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. de Balta y Av. Augusto B. Leguía



Figura 26. Ruta de recolección de RRSS zona 2

Fuente: Los autores

Tabla 15. Recolección de RRSS en la Zona N° 3.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual	Residuos Sólidos Mensual (T)

(Kg)							
3	1	1--2	8	126	680	20400	20.4
3	1	2--3	5	140	710	21300	21.3
3	1	3--4	5	96	440	13200	13.2
3	1	4--1	5	132	680	20400	20.4
3	2	1--2	7	139	690	20700	20.7
3	2	2--3	1	120	560	16800	16.8
3	2	3--4	2	130	580	17400	17.4
3	2	4--1	2	93	460	13800	13.8
3	3	1--2	3	37	290	8700	8.7
3	3	2--3	8	148	710	21300	21.3
3	3	3--4	9	31	240	7200	7.2
3	3	4--1	7	53	270	8100	8.1
3	4	1--2	2	137	700	21000	21
3	4	2--3	9	89	270	8100	8.1
3	4	3--4	6	66	260	7800	7.8
3	4	4--1	8	67	280	8400	8.4
3	5	1--2	8	94	440	13200	13.2
3	5	2--3	6	52	220	6600	6.6
3	5	3--4	3	104	500	15000	15
3	5	4--1	1	77	340	10200	10.2
3	6	1--2	5	47	300	9000	9
3	6	2--3	4	58	180	5400	5.4
3	6	3--4	6	62	360	10800	10.8

3	6	4--1	2	122	520	15600	15.6
---	---	------	---	-----	-----	-------	------

Fuente: Los autores

La ruta de recorrido de la zona 3, inicia en la avenida principal, Av. América y Av. México, continúa el recorrido por la calle España, Nicolás de Ayllon, Atahualpa, ingresa a la Av. Augusto B. Leguía y contigua por las calles Huáscar y Húsares de Junín y otras. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal, para evitar un doble recorrido y poder tener mapeada e higiénica toda la zona. Recolectara 10.68 T/día de residuos sólidos. La salida es por la calle Incanato y Av. México

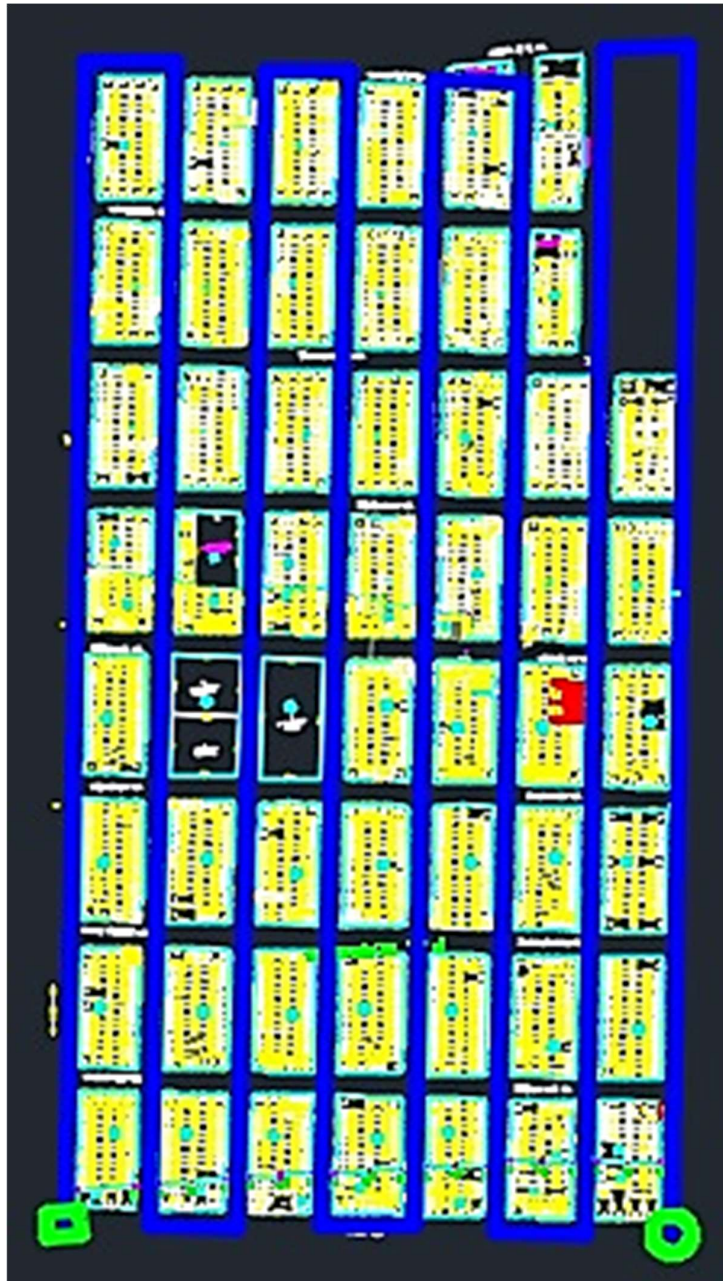


Figura 27. Ruta de recolección de RRSS zona 3

Fuente: Los autores

Tabla 16. Recolección de RRSS en la Zona N° 4.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos	Sólidos	Sólidos
					Diario (Kg)	Mensual	Mensual

					(Kg)	(TN)	
4	1	1--2	7	134	690	20700	20.7
4	1	2--3	2	65	220	6600	6.6
4	1	3--4	8	92	410	12300	12.3
4	1	4--1	6	133	700	21000	21
4	2	1--2	8	66	340	10200	10.2
4	2	2--3	8	139	650	19500	19.5
4	2	3--4	10	50	350	10500	10.5
4	2	4--1	8	31	260	7800	7.8
4	3	1--2	10	141	810	24300	24.3
4	3	2--3	8	82	480	14400	14.4
4	3	3--4	7	118	510	15300	15.3
4	3	4--1	4	53	110	3300	3.3
4	4	1--2	10	150	540	16200	16.2
4	4	2--3	9	110	420	12600	12.6
4	4	3--4	9	37	230	6900	6.9
4	4	4--1	7	46	240	7200	7.2
4	5	1--2	3	86	480	14400	14.4
4	5	2--3	1	130	580	17400	17.4
4	5	3--4	3	76	380	11400	11.4
4	5	4--1	8	81	410	12300	12.3
4	6	1--2	3	48	240	7200	7.2
4	6	2--3	4	89	410	12300	12.3
4	6	3--4	7	61	390	11700	11.7

4	6	4--1	6	38	280	8400	8.4
---	---	------	---	----	-----	------	-----

Fuente: Los autores

En esta ruta 4, el recorrido inicia en la avenida principal, Av. América y Av. Augusto B. Leguía, continúa el recorrido por la calle Bolívar, Av. México, ingresa a la Av. Kennedy continúa por la calle el triunfo. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal, para evitar un doble recorrido y tener sistematizada y limpia toda la zona. Recolectara 10.13 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. Salas y Av. Augusto B. Leguía.



Figura 28. Ruta de recolección de RRSS zona 4

Fuente: Los autores

Tabla 17. Recolección de RRSS en la Zona N° 5

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Sólidos Mensual (T)
5	1	1--2	6	65	400	12000	12
5	1	2--3	5	25	260	7800	7.8
5	1	3--4	1	26	290	8700	8.7
5	1	4--1	8	41	320	9600	9.6
5	2	1--2	5	77	490	14700	14.7
5	2	2--3	10	80	490	14700	14.7
5	2	3--4	6	49	370	11100	11.1
5	2	4--1	4	104	540	16200	16.2
5	3	1--2	3	130	690	20700	20.7
5	3	2--3	7	26	270	8100	8.1
5	3	3--4	2	117	600	18000	18
5	3	4--1	8	61	310	9300	9.3
5	4	1--2	10	83	360	10800	10.8
5	4	2--3	4	119	610	18300	18.3
5	4	3--4	8	127	610	18300	18.3
5	4	4--1	1	149	720	21600	21.6
5	5	1--2	1	52	290	8700	8.7
5	5	2--3	2	39	310	9300	9.3
5	5	3--4	4	26	230	6900	6.9
5	5	4--1	3	64	320	9600	9.6
5	6	1--2	3	35	210	6300	6.3

5	6	2--3	7	112	590	17700	17.7
5	6	3--4	8	30	260	7800	7.8
5	6	4--1	1	141	640	19200	19.2

Fuente: Los autores

El trayecto 5, el trayecto empieza en una avenida principal, la Av. Augusto B. Leguía. Continúa el recorrido por las calles Tahuantinsuyo, la avenida M. Cornejo, calle San Felipe, San Andrés continúa por la calle San Mateo. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal, para evitar un doble recorrido y poder tener mapeada y ordenada toda la zona. Recolectara 10.18 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Calle Salas Paralela a la Av. Augusto B. Leguía.



Figura 29. Ruta de recolección de RRSS zona 5

Fuente: Los autores

Tabla 18. Recolección de RRSS en la Zona N° 6.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
6	1	1--2	9	94	520	15600	15.6
6	1	2--3	8	62	370	11100	11.1
6	1	3--4	8	96	420	12600	12.6
6	1	4--1	4	49	310	9300	9.3
6	2	1--2	1	36	380	11400	11.4
6	2	2--3	4	100	560	16800	16.8
6	2	3--4	6	84	430	12900	12.9
6	2	4--1	6	130	630	18900	18.9
6	3	1--2	1	128	630	18900	18.9
6	3	2--3	10	27	260	7800	7.8
6	3	3--4	9	140	710	21300	21.3
6	3	4--1	5	141	710	21300	21.3
6	4	1--2	4	46	220	6600	6.6
6	4	2--3	3	56	400	12000	12
6	4	3--4	6	32	250	7500	7.5
6	4	4--1	9	115	630	18900	18.9
6	5	1--2	6	69	390	11700	11.7
6	5	2--3	4	106	510	15300	15.3
6	5	3--4	3	91	290	8700	8.7

6	5	4--1	9	74	330	9900	9.9
6	6	1--2	2	53	260	7800	7.8
6	6	2--3	10	145	700	21000	21
6	6	3--4	1	41	360	10800	10.8
6	6	4--1	4	66	310	9300	9.3

Fuente: Los autores

En el trayecto 6, la ruta empieza en una avenida principal, la Av. México. Continúa el recorrido por las calles Raymondi, la avenida Augusto B. Leguía, calle San Lorenzo, calle Juan Pablo continúa por el panamericano norte. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que se acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal, para evitar un doble recorrido y poder tener mapeada y ordenada toda la zona. Recolectara 10.58 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Calle Juan Tomis y la Av. Augusto B. Leguía

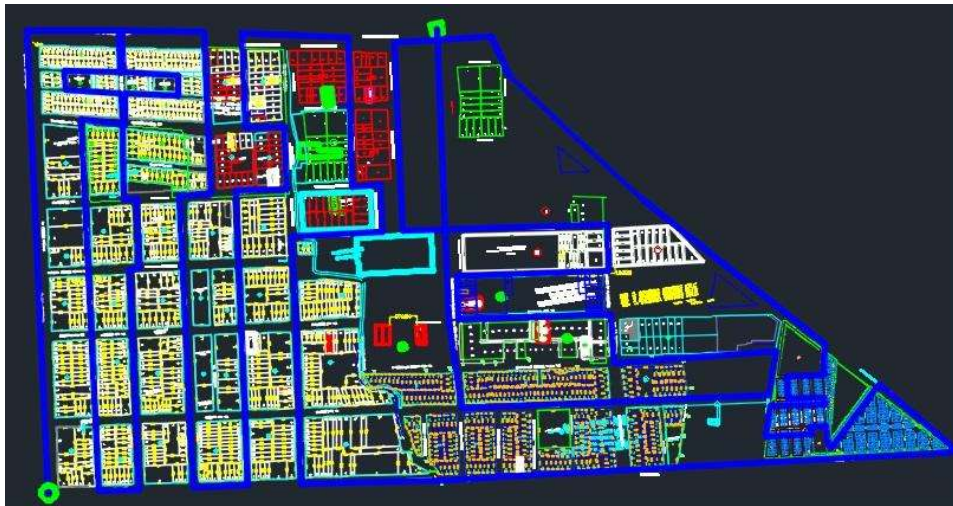


Figura 30. Ruta de recolección de RRSS zona 6

Fuente: Los autores

Tabla 19. Recolección de RRSS en la Zona N° 7.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos	Residuos Sólidos	Residuos Sólidos
------	---------	------	--------------	-----------	------------------	------------------	------------------

				Diario (Kg)	Mensual	Mensual (T)	
					(Kg)		
7	1	1--2	9	138	640	19200	19.2
7	1	2--3	8	72	350	10500	10.5
7	1	3--4	6	141	690	20700	20.7
7	1	4--1	8	48	250	7500	7.5
7	2	1--2	10	98	480	14400	14.4
7	2	2--3	4	75	340	10200	10.2
7	2	3--4	8	90	480	14400	14.4
7	2	4--1	10	108	510	15300	15.3
7	3	1--2	5	131	670	20100	20.1
7	3	2--3	7	41	310	9300	9.3
7	3	3--4	8	76	400	12000	12
7	3	4--1	2	69	400	12000	12
7	4	1--2	2	71	410	12300	12.3
7	4	2--3	1	76	450	13500	13.5
7	4	3--4	5	58	390	11700	11.7
7	4	4--1	9	55	380	11400	11.4
7	5	1--2	4	48	320	9600	9.6
7	5	2--3	9	101	560	16800	16.8
7	5	3--4	2	80	380	11400	11.4
7	5	4--1	6	76	320	9600	9.6
7	6	1--2	3	40	360	10800	10.8
7	6	2--3	7	51	340	10200	10.2
7	6	3--4	7	26	250	7500	7.5

7	6	4--1	6	132	620	18600	18.6
---	---	------	---	-----	-----	-------	------

Fuente: Los autores

En el trayecto 7, el trayecto comienza en una avenida principal, la Av. México. Continúa el recorrido por las calles Jorge Chaves, la av. México, calle José Balta, calle 27 de Julio. Continúa por la Av. Venezuela. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance cruzado, para evitar un doble recorrido y poder tener mapeada y ordenada toda la zona y recolectará 10.3 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. Panamá y la Av. Chiclayo.



Figura 31. Ruta de recolección de RRSS zona 7

Fuente: Los autores

Tabla 20. Recolección de RRSS en la Zona N° 8

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos		
					Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
8	1	1--2	2	119	510	15300	15.3
8	1	2--3	6	47	380	11400	11.4
8	1	3--4	2	60	450	13500	13.5

8	1	4--1	7	61	460	13800	13.8
8	2	1--2	7	124	610	18300	18.3
8	2	2--3	1	118	600	18000	18
8	2	3--4	2	35	260	7800	7.8
8	2	4--1	6	123	620	18600	18.6
8	3	1--2	1	30	200	6000	6
8	3	2--3	8	141	690	20700	20.7
8	3	3--4	7	54	360	10800	10.8
8	3	4--1	7	128	600	18000	18
8	4	1--2	8	118	590	17700	17.7
8	4	2--3	1	32	270	8100	8.1
8	4	3--4	6	120	580	17400	17.4
8	4	4--1	4	88	400	12000	12
8	5	1--2	3	97	490	14700	14.7
8	5	2--3	9	75	420	12600	12.6
8	5	3--4	6	50	330	9900	9.9
8	5	4--1	9	51	320	9600	9.6
8	6	1--2	6	141	700	21000	21
8	6	2--3	4	69	450	13500	13.5
8	6	3--4	5	90	400	12000	12
8	6	4--1	5	115	520	15600	15.6

Fuente: Los autores

Para la ruta 8, el trayecto comienza en una avenida principal, la Av. México. Continúa el recorrido por las calles Jorge Chaves, la av. México, calle José Balta, calle 27 de Julio, continúa por la Av. Venezuela. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que se recoja los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal,

para evitar un doble recorrido y poder tener mapeada y ordenada toda la zona y recolectará 11.21 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. Panamá y la Av. Chiclayo.

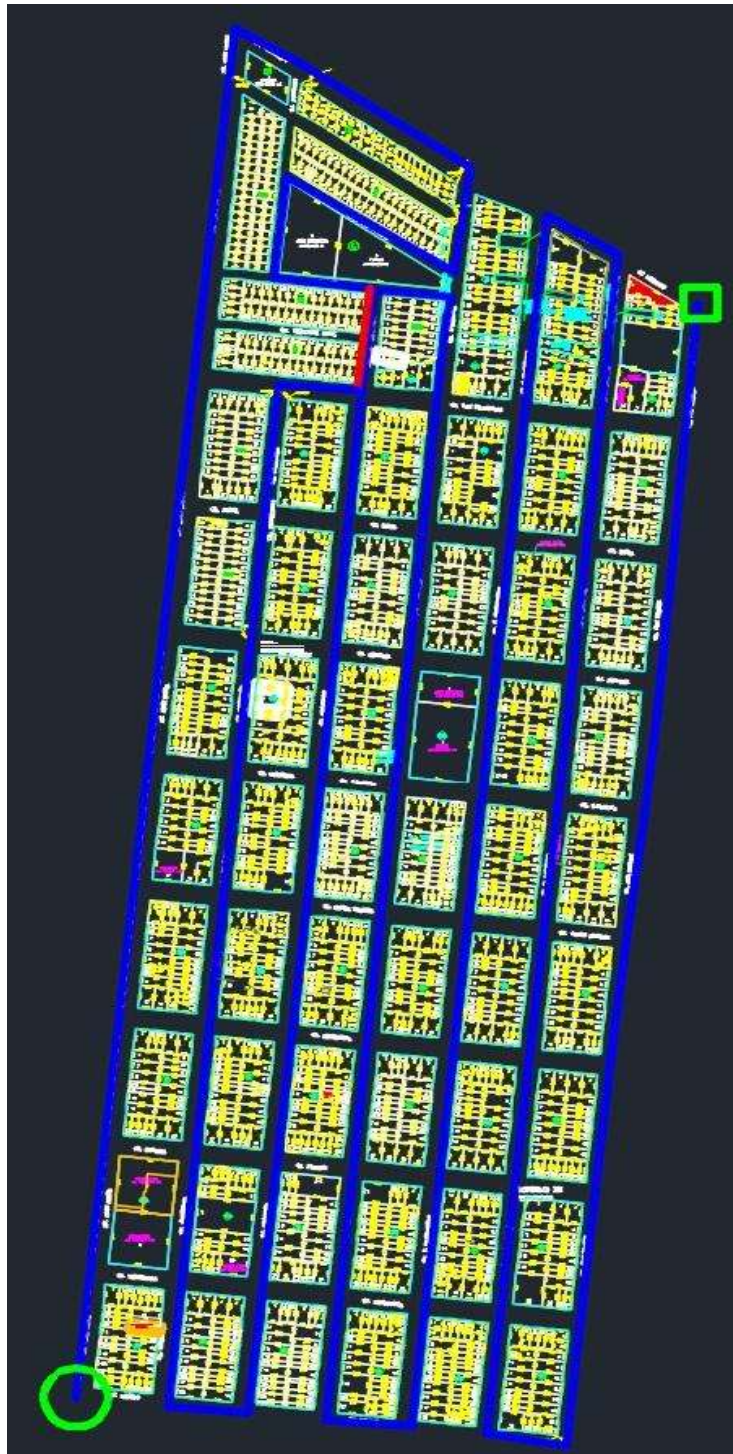


Figura 32. Ruta de recolección de RRSS zonas 8

Fuente: Los autores

Tabla 21. Recolección de RRSS en la Zona N° 9.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Sólidos Mensual (T)
9	1	1--2	4	83	360	10800	10.8
9	1	2--3	10	139	690	20700	20.7
9	1	3--4	6	141	700	21000	21
9	1	4--1	3	132	620	18600	18.6
9	2	1--2	4	44	370	11100	11.1
9	2	2--3	10	49	320	9600	9.6
9	2	3--4	1	95	400	12000	12
9	2	4--1	6	35	250	7500	7.5
9	3	1--2	10	144	700	21000	21
9	3	2--3	9	47	240	7200	7.2
9	3	3--4	7	56	310	9300	9.3
9	3	4--1	9	45	300	9000	9
9	4	1--2	5	89	480	14400	14.4
9	4	2--3	3	92	560	16800	16.8
9	4	3--4	1	74	410	12300	12.3
9	4	4--1	6	78	450	13500	13.5
9	5	1--2	4	95	480	14400	14.4
9	5	2--3	4	50	350	10500	10.5
9	5	3--4	4	113	510	15300	15.3
9	5	4--1	3	53	340	10200	10.2
9	6	1--2	4	36	280	8400	8.4

9	6	2--3	2	79	460	13800	13.8
9	6	3--4	3	139	680	20400	20.4
9	6	4--1	8	98	460	13800	13.8

Fuente: Los autores

En el trayecto 9, el trayecto empieza en una avenida principal, la Av. México. Continúa el recorrido por las Av. Balta, calle Conquista, llega a la av. Chiclayo, calle Proceres, Washington. Continúa por la Av. San Martín. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que se acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes buscando un avance transversal, para evitar un doble recorrido y así tener adecuadamente higiénica y organizada toda la zona. y recolectara 10.72 T/día de residuos sólidos. La salida es por la calle Johnson y la Av. Chiclayo.

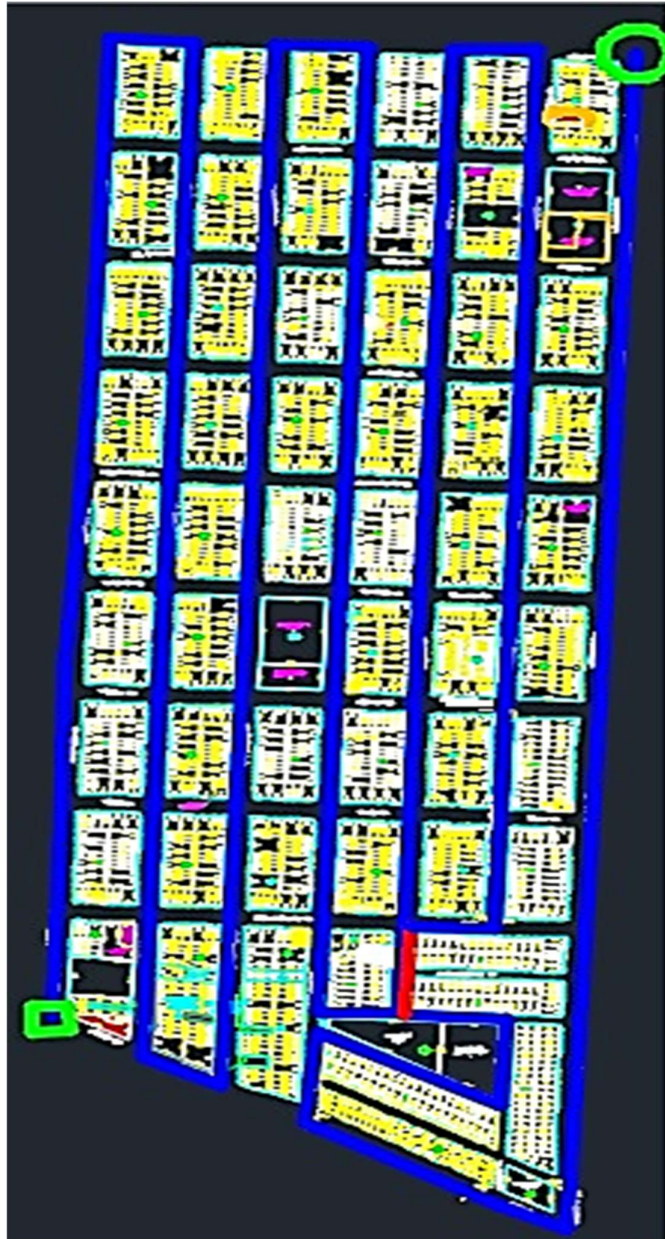


Figura 33. Ruta de recolección de RRSS zona 9

Fuente: Los autores

Tabla 22. Recolección de RRSS en la Zona N° 10.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
------	---------	------	--------------	-----------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------

10	1	1--2	7	82	460	13800	13.8
10	1	2--3	9	110	580	17400	17.4
10	1	3--4	4	41	360	10800	10.8
10	1	4--1	9	25	240	7200	7.2
10	2	1--2	2	27	250	7500	7.5
10	2	2--3	10	47	360	10800	10.8
10	2	3--4	9	108	450	13500	13.5
10	2	4--1	3	33	260	7800	7.8
10	3	1--2	3	147	700	21000	21
10	3	2--3	8	30	230	6900	6.9
10	3	3--4	3	72	480	14400	14.4
10	3	4--1	10	91	500	15000	15
10	4	1--2	5	62	360	10800	10.8
10	4	2--3	10	74	320	9600	9.6
10	4	3--4	3	106	590	17700	17.7
10	4	4--1	4	85	420	12600	12.6
10	5	1--2	5	104	510	15300	15.3
10	5	2--3	6	67	390	11700	11.7
10	5	3--4	4	134	650	19500	19.5
10	5	4--1	10	124	610	18300	18.3
10	6	1--2	10	72	370	11100	11.1
10	6	2--3	8	39	290	8700	8.7
10	6	3--4	1	108	540	16200	16.2
10	6	4--1	3	116	250	7500	7.5

Fuente: Los autores

En el trayecto de la 10, la vía del trayecto que recorrerá empieza en una avenida principal, la Av. México. Continúa el recorrido por las Av. Bolívar, calle América, llega a la av. Chiclayo, calle Atahualpa, Huáscar. Continúa por la Calle Incanato. Se propone que el camión siga cercano a una avenida principal y que se acopie los residuos sólidos de las calles adyacentes emprendiendo un avance transversal, para evitar un doble recorrido y poder tener mapeada y limpia toda la zona y recolectará 10.77 T/día de residuos sólidos. La salida es por la calle José Balta y la Av. Chiclayo.



Figura 34. Ruta de recolección de RRSS zona 10

Fuente: Los autores

Tabla 23. Recolección de RRSS en la Zona N° 11.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
------	---------	------	--------------	-----------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------

11	1	1--2	3	49	350	10500	10.5
11	1	2--3	8	56	390	11700	11.7
11	1	3--4	2	111	520	15600	15.6
11	1	4--1	9	66	350	10500	10.5
11	2	1--2	9	82	410	12300	12.3
11	2	2--3	10	69	360	10800	10.8
11	2	3--4	7	44	350	10500	10.5
11	2	4--1	6	40	320	9600	9.6
11	3	1--2	9	55	350	10500	10.5
11	3	2--3	9	27	260	7800	7.8
11	3	3--4	8	59	320	9600	9.6
11	3	4--1	10	109	500	15000	15
11	4	1--2	2	113	500	15000	15
11	4	2--3	3	97	460	13800	13.8
11	4	3--4	1	149	710	21300	21.3
11	4	4--1	7	59	390	11700	11.7
11	5	1--2	7	121	560	16800	16.8
11	5	2--3	2	51	330	9900	9.9
11	5	3--4	2	99	500	15000	15
11	5	4--1	1	45	290	8700	8.7
11	6	1--2	10	79	350	10500	10.5
11	6	2--3	3	115	560	16800	16.8
11	6	3--4	8	121	570	17100	17.1
11	6	4--1	1	77	490	14700	14.7

Fuente: Los autores

En el trayecto 11, el trayecto empieza en una avenida principal, la avenida Venezuela. Al iniciar, transita las cuadras cercanas calles Argentina, la avenida San Martín y las pequeñas calles procurando un avance transversal, En el camino recoge la basura de las calles horizontales para mantener adecuadamente ordenada toda la zona y recolectará 10.19 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. Balta y Av. México.



Figura 35. Ruta de recolección de RRSS zona 11

Fuente: Los autores

Tabla 24. Recolección de RRSS en la Zona N° 12.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Sólidos Mensual (T)
12	1	1--2	9	70	360	10800	10.8
12	1	2--3	5	53	320	9600	9.6
12	1	3--4	1	117	540	16200	16.2
12	1	4--1	8	74	350	10500	10.5
12	2	1--2	6	51	320	9600	9.6
12	2	2--3	6	99	510	15300	15.3
12	2	3--4	1	54	390	11700	11.7
12	2	4--1	8	84	350	10500	10.5
12	3	1--2	4	27	250	7500	7.5
12	3	2--3	1	105	520	15600	15.6
12	3	3--4	5	50	360	10800	10.8
12	3	4--1	6	45	350	10500	10.5
12	4	1--2	3	124	560	16800	16.8
12	4	2--3	8	81	450	13500	13.5
12	4	3--4	7	29	310	9300	9.3
12	4	4--1	8	108	520	15600	15.6
12	5	1--2	10	119	540	16200	16.2
12	5	2--3	9	109	510	15300	15.3
12	5	3--4	10	119	510	15300	15.3
12	5	4--1	9	77	390	11700	11.7
12	6	1--2	1	100	500	15000	15

12	6	2--3	10	48	310	9300	9.3
12	6	3--4	7	133	640	19200	19.2
12	6	4--1	2	58	390	11700	11.7

Fuente: Los autores

El trayecto 12, la vía de recorrido comienza en una avenida principal, la calle Uruguay. Al iniciar, recorre las cuadras cercanas calles Argentina, la avenida Kennedy y las pequeñas calles procurando un avance transversal, En el camino recoge la basura de las calles horizontales para mantener adecuadamente ordenada y limpia toda la zona y recolectará 10.25 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. México.

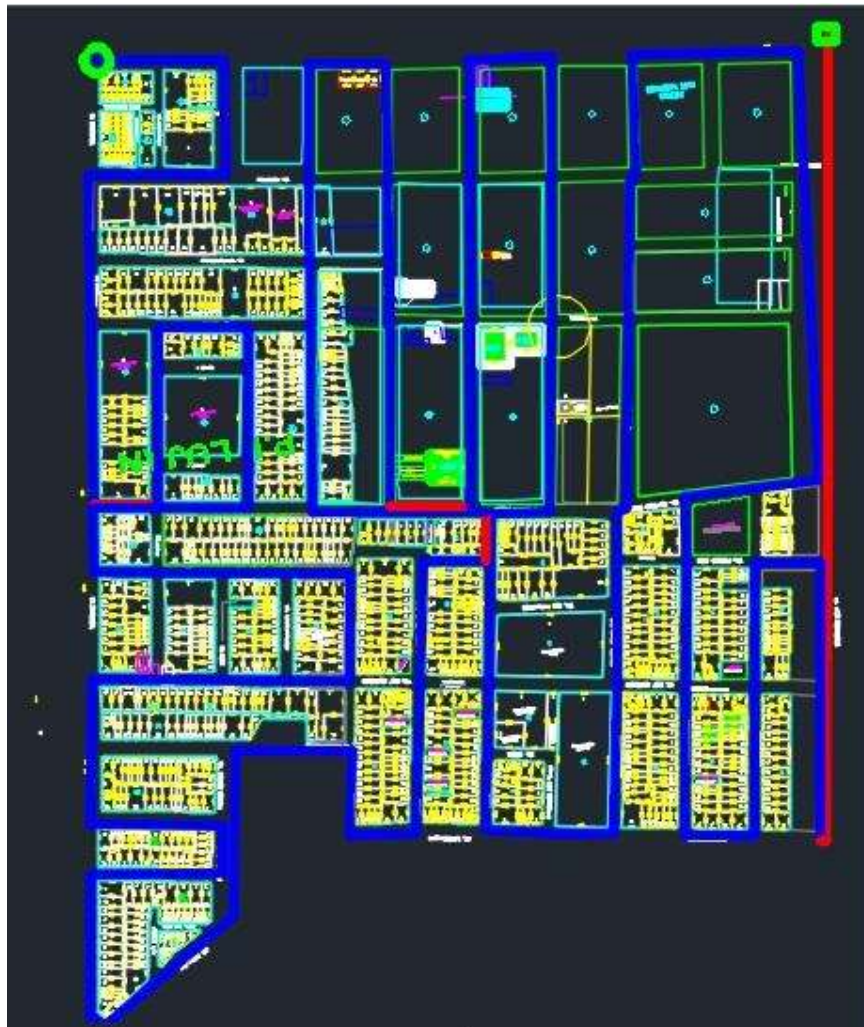


Figura 36. Ruta de recolección de RRSS zona 12

Fuente: Los autores

Tabla 25. Recolección de RRSS en la Zona N° 13.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Sólidos Mensual (T)
13	1	1--2	3	80	420	12600	12.6
13	1	2--3	7	146	700	21000	21
13	1	3--4	10	119	590	17700	17.7
13	1	4--1	7	106	560	16800	16.8
13	2	1--2	7	37	310	9300	9.3
13	2	2--3	5	143	700	21000	21
13	2	3--4	9	99	490	14700	14.7
13	2	4--1	2	28	290	8700	8.7
13	3	1--2	9	82	480	14400	14.4
13	3	2--3	6	37	320	9600	9.6
13	3	3--4	8	130	680	20400	20.4
13	3	4--1	5	126	620	18600	18.6
13	4	1--2	6	84	380	11400	11.4
13	4	2--3	10	25	290	8700	8.7
13	4	3--4	7	97	480	14400	14.4
13	4	4--1	2	127	650	19500	19.5
13	5	1--2	10	130	700	21000	21
13	5	2--3	10	46	380	11400	11.4
13	5	3--4	8	45	340	10200	10.2
13	5	4--1	3	97	490	14700	14.7
13	6	1--2	4	109	650	19500	19.5

13	6	2--3	10	60	360	10800	10.8
13	6	3--4	10	46	340	10200	10.2
13	6	4--1	6	45	340	10200	10.2

Fuente: Los autores

En el trayecto 13, la vía recorrida inicia en una avenida principal, la avenida Augusto B. Leguía. Al comenzar, recorre las cuadras cercanas calles Tahuantinsuyo, la avenida M. Cornejo y las pequeñas calles procurando un avance transversal, En el camino recoge la basura de las calles horizontales para tener despejada de residuos sólidos toda la zona y recolectará 11.56 /día de residuos sólidos. La salida es por la Calle San Antonia y Av. México.



Figura 37. Ruta de recolección de RRSS zona 13

Fuente: Los autores

Tabla 26. Recolección de RRSS en la Zona N° 14

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
14	1	1--2	8	95	360	10800	10.8
14	1	2--3	8	128	540	16200	16.2
14	1	3--4	2	39	280	8400	8.4
14	1	4--1	8	49	260	7800	7.8

14	2	1--2	2	34	60	1800	1.8
14	2	2--3	7	28	300	9000	9
14	2	3--4	5	116	510	15300	15.3
14	2	4--1	4	66	260	7800	7.8
14	3	1--2	10	88	400	12000	12
14	3	2--3	3	85	370	11100	11.1
14	3	3--4	4	87	380	11400	11.4
14	3	4--1	2	131	620	18600	18.6
14	4	1--2	1	27	250	7500	7.5
14	4	2--3	6	111	510	15300	15.3
14	4	3--4	7	36	240	7200	7.2
14	4	4--1	7	61	310	9300	9.3
14	5	1--2	3	102	520	15600	15.6
14	5	2--3	7	67	340	10200	10.2
14	5	3--4	7	60	360	10800	10.8
14	5	4--1	9	70	380	11400	11.4
14	6	1--2	4	45	290	8700	8.7
14	6	2--3	7	51	300	9000	9
14	6	3--4	5	135	610	18300	18.3
14	6	4--1	6	59	320	9600	9.6

Fuente: Los autores

En el trayecto 14, la vía de recorrido inicia en una avenida principal, la avenida Augusto B. Leguía. Al empezar, pasa por las cuadras cercanas calles Tahuantinsuyo, la avenida M. Cornejo y las pequeñas calles procurando un avance transversal, En el camino recoge la basura de las calles horizontales para mantener despejada de residuos sólidos toda

la zona y recolectará 8.77 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Calle San Antonia y Av. México.

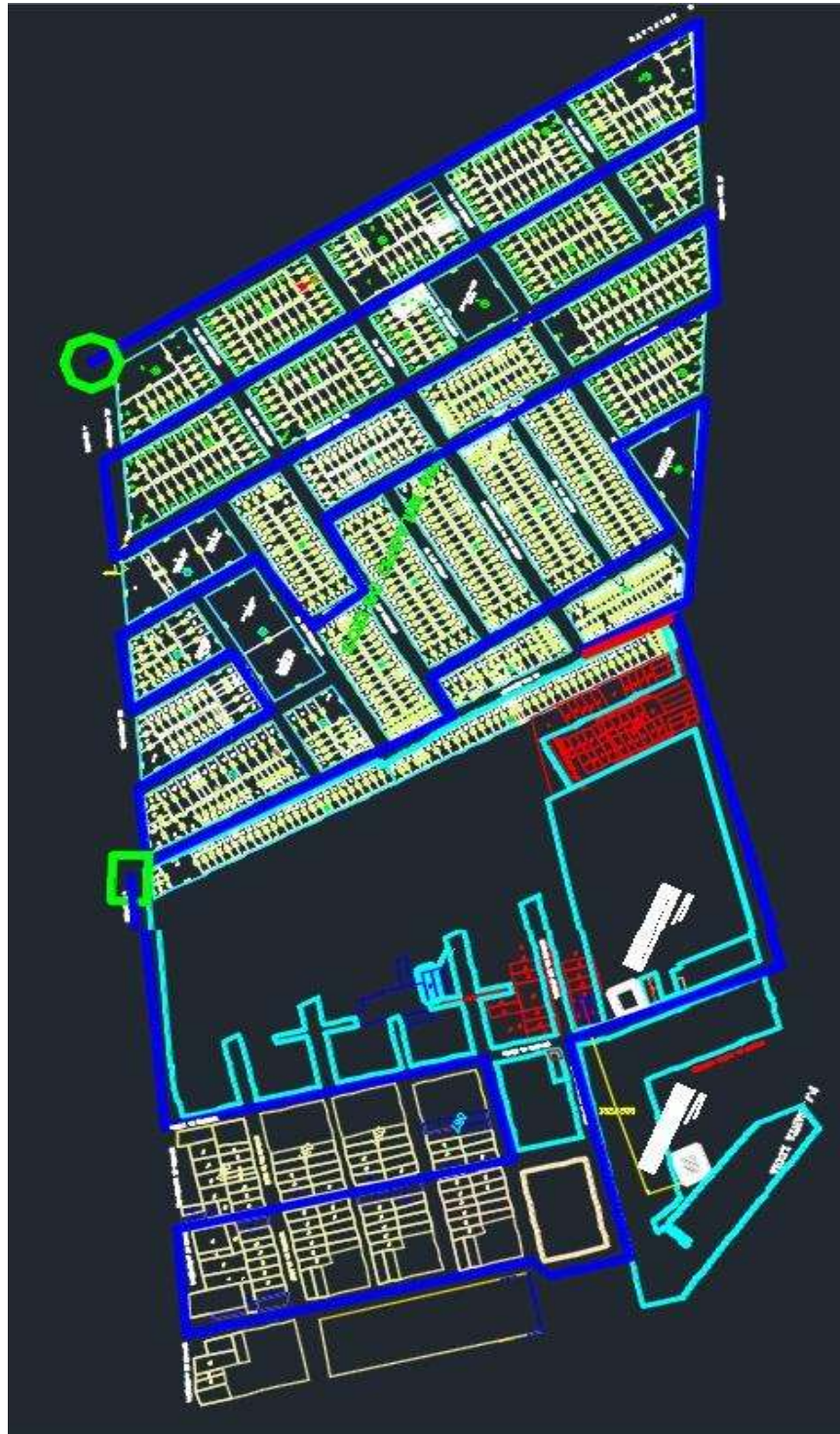


Figura 38. Ruta de recolección de RRSS zona 14

Fuente: Los autores

Tabla 27. Recolección de RRSS en la Zona N° 15

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Sólidos Mensual (T)
15	1	1--2	3	110	520	15600	15.6
15	1	2--3	6	127	610	18300	18.3
15	1	3--4	4	39	320	9600	9.6
15	1	4--1	1	26	290	8700	8.7
15	2	1--2	3	93	480	14400	14.4
15	2	2--3	1	50	320	9600	9.6
15	2	3--4	10	76	360	10800	10.8
15	2	4--1	8	78	380	11400	11.4
15	3	1--2	6	86	410	12300	12.3
15	3	2--3	1	61	360	10800	10.8
15	3	3--4	1	27	250	7500	7.5
15	3	4--1	4	141	640	19200	19.2
15	4	1--2	5	33	260	7800	7.8
15	4	2--3	2	84	420	12600	12.6
15	4	3--4	4	49	320	9600	9.6
15	4	4--1	8	47	340	10200	10.2
15	5	1--2	8	142	650	19500	19.5
15	5	2--3	1	130	620	18600	18.6
15	5	3--4	10	118	580	17400	17.4
15	5	4--1	5	109	100	3000	3

15	6	1--2	8	85	370	11100	11.1
15	6	2--3	8	25	250	7500	7.5
15	6	3--4	5	142	650	19500	19.5
15	6	4--1	8	54	390	11700	11.7

Fuente: Los autores

En el trayecto 15, la vía recorrida empieza en una avenida principal, la avenida México. Al empezar, transita las cuadras cercanas calles Venezuela, la Calle Santa Vitoria y las pequeñas calles procurando un avance transversal, En el camino recoge la basura de las calles horizontales para mantener sin residuos toda la zona y recolectará 9.89 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. México.



Figura 39. Ruta de recolección de RRSS zona 15

Fuente: Los autores

Tabla 28. Recolección de RRSS en la Zona N° 16

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Sólidos Mensual (T)
16	1	1--2	9	81	320	9600	9.6
16	1	2--3	1	123	540	16200	16.2
16	1	3--4	9	92	490	14700	14.7
16	1	4--1	1	123	610	18300	18.3
16	2	1--2	10	79	370	11100	11.1
16	2	2--3	7	54	320	9600	9.6
16	2	3--4	1	113	510	15300	15.3
16	2	4--1	1	95	460	13800	13.8
16	3	1--2	10	88	420	12600	12.6
16	3	2--3	6	93	460	13800	13.8
16	3	3--4	3	125	610	18300	18.3
16	3	4--1	9	89	380	11400	11.4
16	4	1--2	7	45	250	7500	7.5
16	4	2--3	6	121	620	18600	18.6
16	4	3--4	2	72	350	10500	10.5
16	4	4--1	5	51	320	9600	9.6
16	5	1--2	2	105	510	15300	15.3
16	5	2--3	1	110	520	15600	15.6
16	5	3--4	3	38	230	6900	6.9
16	5	4--1	10	94	480	14400	14.4
16	6	1--2	7	87	460	13800	13.8

16	6	2--3	6	33	260	7800	7.8
16	6	3--4	2	86	480	14400	14.4
16	6	4--1	6	115	520	15600	15.6

Fuente: Los autores

En el trayecto 16, la vía empieza en una avenida principal, la avenida Chiclayo. Al empezar, transita las cuadras cercanas a las calles Santa Rosa, Santa Martha y las pequeñas calles procurando un avance transversal, En el camino recoge la basura de las calles horizontales para mantener sin residuos de toda la zona y recolectará 10.49 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. Chiclayo.

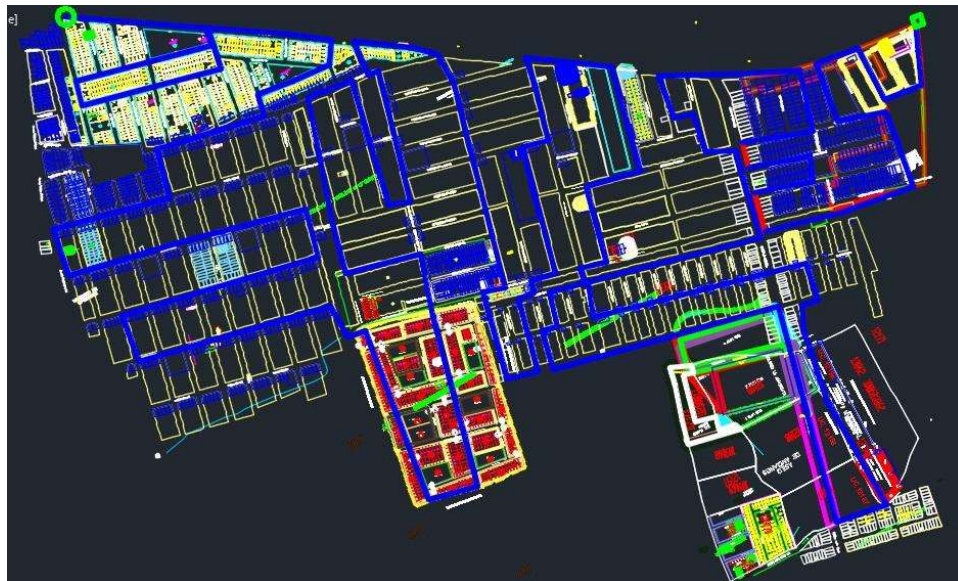


Figura 40. Ruta de recolección de RRSS zona 16

Fuente: Los autores

Tabla 29. Recolección de RRSS en la Zona N° 17.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
17	1	1--2	6	36	350	3500	3.5

17	1	2--3	3	62	420	4200	4.2
17	1	3--4	2	95	480	4800	4.8
17	1	4--1	3	90	460	4600	4.6
17	2	1--2	6	72	350	3500	3.5
17	2	2--3	2	72	350	3500	3.5
17	2	3--4	2	103	500	5000	5
17	2	4--1	8	66	320	3200	3.2
17	3	1--2	9	87	420	4200	4.2
17	3	2--3	2	72	360	3600	3.6
17	3	3--4	5	39	250	2500	2.5
17	3	4--1	8	132	620	6200	6.2
17	4	1--2	2	122	580	5800	5.8
17	4	2--3	10	129	590	5900	5.9
17	4	3--4	2	65	290	2900	2.9
17	4	4--1	1	115	520	5200	5.2
17	5	1--2	10	111	510	5100	5.1
17	5	2--3	4	128	560	5600	5.6
17	5	3--4	2	141	680	6800	6.8
17	5	4--1	4	83	460	4600	4.6
17	6	1--2	7	56	320	3200	3.2
17	6	2--3	2	118	560	5600	5.6
17	6	3--4	2	77	390	3900	3.9
17	6	4--1	5	130	670	6700	6.7

Fuente: Los autores

En el trayecto 17, la vía empieza en la avenida principal, la avenida Chiclayo. Al empezar, transita las cuadras cercanas a las calles Santa Rosa, Santa Martha y las pequeñas

calles procurando un avance transversal, En el camino recoge la basura de las calles horizontales para mantener despejada toda la zona y recolectará 11.01 T/día de residuos sólidos. La salida es por la Av. Santa Martha.



Figura 41. Ruta de recolección de RRSS zona 17

Fuente: Los autores

Tabla 30. Recolección de RRSS en la Zona N° 18.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
18	1	1--2	10	89	320	9600	9.6
18	1	2--3	9	111	520	15600	15.6
18	1	3--4	8	136	610	18300	18.3
18	1	4--1	8	150	710	21300	21.3
18	2	1--2	3	57	320	9600	9.6
18	2	2--3	9	67	360	10800	10.8
18	2	3--4	5	103	510	15300	15.3

18	2	4--1	6	32	260	7800	7.8
18	3	1--2	3	90	480	14400	14.4
18	3	2--3	6	118	530	15900	15.9
18	3	3--4	6	41	210	6300	6.3
18	3	4--1	10	57	360	10800	10.8
18	4	1--2	6	133	580	17400	17.4
18	4	2--3	2	149	700	21000	21
18	4	3--4	2	78	380	11400	11.4
18	4	4--1	7	72	340	10200	10.2
18	5	1--2	6	36	310	9300	9.3
18	5	2--3	5	143	690	20700	20.7
18	5	3--4	10	143	690	20700	20.7
18	5	4--1	3	111	530	15900	15.9
18	6	1--2	10	133	620	18600	18.6
18	6	2--3	6	124	580	17400	17.4
18	6	3--4	2	47	320	9600	9.6
18	6	4--1	5	73	390	11700	11.7

Fuente: Los autores

En cuanto a la ruta 18, el trayecto inicia en la continuación de la Av. Santa Martha. Así también se realiza un avance transversal para lograr atender la necesidad de recojo de toda la zona residencial. Cabe mencionar que se considera espacios de esquinas para el acopio, por acceso reducidos, enrejados y facilidad de acceso del vehículo y; así mantener limpio toda la zona y recolectará 11.32 T/día de residuos sólidos



Figura 42. Ruta de recolección de RRSS zona 18

Fuente: Los autores

Tabla 31. Recolección de RRSS en la Zona N° 19

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos	Residuos	Residuos
					Sólidos Diario (Kg)	Sólidos Mensual (Kg)	Sólidos Mensual (TN)
19	1	1--2	5	42	250	7500	7.5
19	1	2--3	3	136	510	15300	15.3
19	1	3--4	1	62	380	11400	11.4
19	1	4--1	3	60	350	10500	10.5
19	2	1--2	6	31	220	6600	6.6
19	2	2--3	6	100	500	15000	15

19	2	3--4	7	132	600	18000	18
19	2	4--1	10	108	510	15300	15.3
19	3	1--2	6	131	520	15600	15.6
19	3	2--3	3	109	500	15000	15
19	3	3--4	1	140	680	20400	20.4
19	3	4--1	4	133	620	18600	18.6
19	4	1--2	3	95	460	13800	13.8
19	4	2--3	3	93	460	13800	13.8
19	4	3--4	6	139	670	20100	20.1
19	4	4--1	7	37	260	7800	7.8
19	5	1--2	4	116	530	15900	15.9
19	5	2--3	6	103	500	15000	15
19	5	3--4	9	117	520	15600	15.6
19	5	4--1	9	67	280	8400	8.4
19	6	1--2	6	28	210	6300	6.3
19	6	2--3	8	93	460	13800	13.8
19	6	3--4	6	62	350	10500	10.5
19	6	4--1	8	85	410	12300	12.3

Fuente: Los autores

Para la ruta 19, realiza un avance transversal para lograr atender la necesidad de recojo de toda la zona residencial, así también longitudinal de recojo, coincidiendo en 1 arco por dos manzanas, de ésta manera es necesaria para poder contemplar la ruta de recorrido. Cabe mencionar que igual que en la zona 18, se considera espacios de esquinas para el acopio, por acceso reducidos, enrejados y facilidad de acceso del vehículo; así mantener limpio toda la zona y recolectará 10.75 T/día de residuos sólidos



Figura 43. Ruta de recolección de RRSS zona 19

Fuente: Los autores

Tabla 32. Recolección de RRSS en la Zona N° 20.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos		
					Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
20	1	1--2	9	114	520	15600	15.6
20	1	2--3	8	79	360	10800	10.8
20	1	3--4	3	113	520	15600	15.6
20	1	4--1	4	88	480	14400	14.4
20	2	1--2	6	92	490	14700	14.7

20	2	2--3	8	146	690	20700	20.7
20	2	3--4	7	49	350	10500	10.5
20	2	4--1	3	34	240	7200	7.2
20	3	1--2	5	47	320	9600	9.6
20	3	2--3	1	59	360	10800	10.8
20	3	3--4	5	63	370	11100	11.1
20	3	4--1	10	66	370	11100	11.1
20	4	1--2	7	75	410	12300	12.3
20	4	2--3	9	46	290	8700	8.7
20	4	3--4	5	111	510	15300	15.3
20	4	4--1	7	148	690	20700	20.7
20	5	1--2	10	51	360	10800	10.8
20	5	2--3	6	97	480	14400	14.4
20	5	3--4	3	52	320	9600	9.6
20	5	4--1	3	95	460	13800	13.8
20	6	1--2	4	90	460	13800	13.8
20	6	2--3	10	73	350	10500	10.5
20	6	3--4	3	126	560	16800	16.8
20	6	4--1	5	49	320	9600	9.6

Fuente: Los autores

Para la ruta 20, prácticamente se realiza un recorrido transversal, ya que en la mayoría de ésta área son terrenos agrícolas o plantas industriales, de manera que se recomienda, hacer el recorrido programado para lograr captar los residuos de los moradores de esta zona; así mantener limpio toda la zona y recolectará 10.28 T/día de residuos sólidos



Figura 44. Ruta de recolección de RRSS zona 20

Fuente: Los autores

Tabla 33. Recolección de RRSS en la Zona N° 21.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos		
					Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (T)
21	1	1--2	2	74	390	11700	11.7
21	1	2--3	5	71	360	10800	10.8
21	1	3--4	8	83	400	12000	12
21	1	4--1	1	125	510	15300	15.3
21	2	1--2	9	61	320	9600	9.6
21	2	2--3	6	55	310	9300	9.3
21	2	3--4	10	145	640	19200	19.2
21	2	4--1	9	74	360	10800	10.8
21	3	1--2	2	50	280	8400	8.4
21	3	2--3	1	146	700	21000	21
21	3	3--4	1	46	350	10500	10.5

21	3	4--1	9	67	390	11700	11.7
21	4	1--2	1	122	510	15300	15.3
21	4	2--3	9	63	230	6900	6.9
21	4	3--4	7	44	240	7200	7.2
21	4	4--1	10	129	610	18300	18.3
21	5	1--2	1	44	260	7800	7.8
21	5	2--3	4	77	380	11400	11.4
21	5	3--4	9	126	410	12300	12.3
21	5	4--1	6	76	260	7800	7.8
21	6	1--2	6	57	350	10500	10.5
21	6	2--3	1	109	510	15300	15.3
21	6	3--4	3	88	460	13800	13.8
21	6	4--1	2	63	360	10800	10.8

Fuente: Los autores

La zona 21, es una de las zonas críticas, de JLO, el mercado Moshoqueque, a pesar de su pequeña área respecto a las otras zonas, se recolectará 9.59 T/día de residuos sólidos, si se quiere mantener limpia la zona.

Es por eso que ésta zona comercial, se ha considerado aislada a las zonas de residencia.

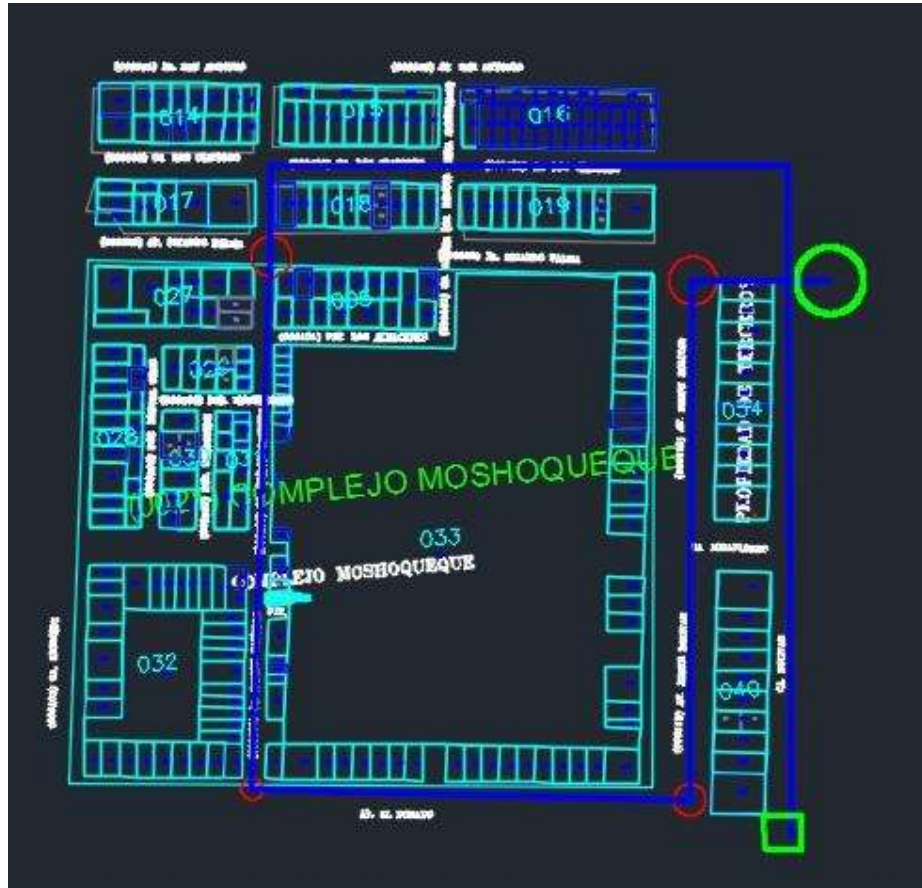


Figura 45. Ruta de recolección de RRSS zona 21

Fuente: Los autores

Tabla 34. Recolección de RRSS en la Zona N° 22.

Ruta	Manzana	Cara	Número Lotes	Distancia	Residuos		
					Residuos Sólidos Diario (Kg)	Residuos Sólidos Mensual (Kg)	
22	1	1--2	4	99	490	14700	14.7
22	1	2--3	8	81	450	13500	13.5
22	1	3--4	2	77	390	11700	11.7
22	1	4--1	8	111	510	15300	15.3
22	2	1--2	9	30	260	7800	7.8

22	2	2--3	10	123	520	15600	15.6
22	2	3--4	10	148	700	21000	21
22	2	4--1	2	42	320	9600	9.6
22	3	1--2	10	89	480	14400	14.4
22	3	2--3	5	51	320	9600	9.6
22	3	3--4	4	80	480	14400	14.4
22	3	4--1	3	114	510	15300	15.3
22	4	1--2	1	79	390	11700	11.7
22	4	2--3	10	59	360	10800	10.8
22	4	3--4	7	82	450	13500	13.5
22	4	4--1	5	83	450	13500	13.5
22	5	1--2	8	75	320	9600	9.6
22	5	2--3	5	87	460	13800	13.8
22	5	3--4	10	123	590	17700	17.7
22	5	4--1	5	106	500	15000	15
22	6	1--2	4	83	430	12900	12.9
22	6	2--3	10	109	520	15600	15.6
22	6	3--4	3	133	650	19500	19.5
22	6	4--1	7	26	250	7500	7.5

Fuente: Los autores

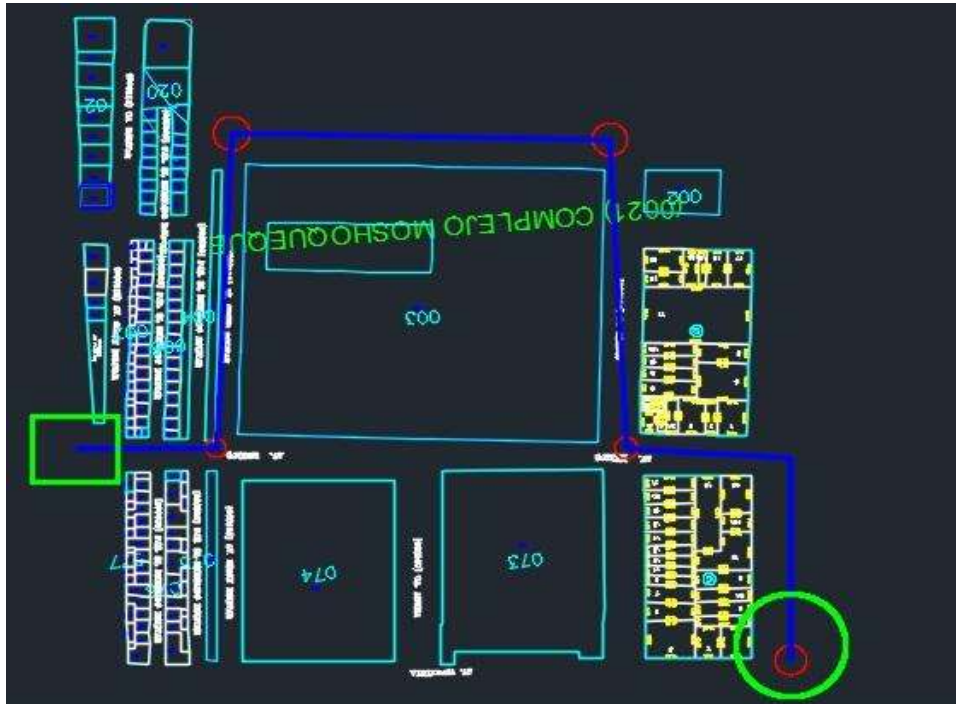


Figura 46. Ruta de recolección de RRSS zona 22

Fuente: Los autores

La zona 22, es una de las zonas críticas, de JLO, el mercado Moshoqueque, a pesar de su pequeña área respecto a las otras zonas; se recolectará 10.8 T/día de residuos sólidos, si se quiere mantener limpia la zona.

Es por eso que ésta zona comercial, se ha considerado aislada a las zonas de residencia.

3.2.3.4. Análisis de beneficio costos.

La evaluación económica tiene como objetivo el determinar el impacto que el proyecto produce sobre la economía como un todo. La evaluación social se diferencia de la anterior por incorporar explícitamente el problema distribucional dentro de la evaluación. Esta integración de eficiencia con equidad se traduce en una valoración de “precios sociales”.

En los proyectos sociales se ha planteado la cuestión de quién afronta los costos desde una perspectiva diferente. Al respecto hay tres respuestas posibles: el individuo, el gobierno local, o la sociedad en su conjunto.

Se estima los siguientes costos en la implementación del proyecto:

A. Costos de implementación.

Diseño de rutas.

En diseño de rutas se considera no se considera ningún gasto debido a que ya se tiene en la propuesta de implementación.

Maquinaria / Equipos.

Es necesaria la compra de 4 compactadoras de 12m³ debidos que excite la cantidad insuficiente y algunos ya no están operativos.

Tabla 35. Costos de adquisición de maquinaria para recolección de RRSS.

Descripción	Unid	Cantidad	P. unitario	Total inversión
	Medida			
Compactadoras mecanizada	12 m ³	4	S/600,000.00	S/ 2,400,000.00
SOAT	Unid.	4	S/ 270.00	S/ 1,080.00
				S/ 2,401,080.00

Fuente: Los autores

Mano de Obra.

Nos es necesario porque excite el personal suficiente solo se necesita capacitar para ser más eficientes en el servicio que se brinda.

Herramientas y EPPS

Es necesario e importante adquirí nuevas herramientas y Epps al personal que participará en la limpieza pública, así se realizaría el trabajo de forma adecuada y cuidando al equipo humano.

Herramientas.

Tabla 36. Costos de adquisición de herramientas para recolección de RRSS.

Descripción	Unid	Cantidad	P. unitario	Total inversión
	Medida			
Escobas	Unid.	456	S/ 10.00	S/ 4,560.00
Recogedor	Unid.	456	S/ 8.00	S/ 3,648.00
Carretillas	Unid.	20	S/ 350.00	S/ 7,000.00
Rastrillos	Unid.	38	S/ 40.00	S/ 1,520.00
Bolsas negras	Millar	50	S/ 350.00	S/ 17,500.00
Otros	Global	1	S/ 5,000.00	S/ 5,000.00
	Total			S/ 39,228.00

Fuente: Los autores

EPPs. De personal

Tabla 37. Costos de adquisición de EPPs para recolección de RRSS.

Descripción	Unid	Cantidad	P. unitario	Total inversión
	Medida			
Mascarillas de plástico con filtros triangulares	Unid.	4320	S/ 5.00	S/ 21,600.00
Guantes de cuero	meses	2160	S/ 15.00	S/ 32,400.00
Chalecos con cinta reflectiva	meses	360	S/ 35.00	S/ 12,600.00
Polos manga larga	millar	360	S/ 20.00	S/ 7,200.00
Pantalones con cinta reflectiva	Global	360	S/ 50.00	S/ 18,000.00
Sobrero	Unid	360	S/ 20.00	S/ 7,200.00
	Total			S/ 99,000.00

Fuente: Los autores

Mano de obra.

No será necesario la contratación de nuevo personal, se trabajará con el personal que cuenta la municipalidad en la actualidad, que son 110 personas para el servicio de limpieza en calle, 30 choferes, 52 ayudantes, 24 barredores, 4 operarios.

Publicidad.

Se considera dicho costo porque es muy importante informar a la población, de los puntos de recojo, de las rutas donde pasara el camión, el horario de recolección.

Tabla 38. Costos de publicidad para recolección de RRSS.

Descripción	Unid Medida	Cantidad	P. unitario	Total inversión
Carteles (2 por zona)	Unid.	44	S/ 380.00	S/ 16,720.00
Publicidad radial	meses	12	S/ 5,600.00	S/ 67,200.00
Publicidad TV	meses	12	S/ 25,000.00	S/ 300,000.00
Afiches	millar	50	S/ 180.00	S/ 9,000.00
	Total			S/ 392,920.00

Fuente: Los autores

Capacitación y educación.

Se prevé capacitar a la población por zona, al equipo de recolección, para ser más eficiente el servicio y a colegios e instituciones públicas y/o privadas, además se prevé dar mayor fuerza al programa de segregación de 3R que cuenta la municipalidad.

Capacitación.

Tabla 39. Costos de capacitación para recolección de RRSS.

Descripción	Unid Medida	Cantidad	P. unitario	Total inversión
Capacitaciones a la población (2 por zona)	taller	4320	S/ 4.00	S/ 17,280.00

Capacitaciones al equipo (2 grupos)	taller	6	S/ 2,500.00	S/ 15,000.00
Capacitación en I.E. públicas y/o privadas	taller	108	S/ 500.00	S/ 54,000.00
Capacitación en instituciones públicas y/o privadas	Taller	50	S/ 500.00	S/ 25,000.00

Fuente: Los autores

Programa 3R.

Tabla 40. Costos de educación en programa 3R.

Descripción	Unid Medida	Cantidad	P. unitario	Total inversión
Bolsa color verde	millar	50	S/ 380.00	S/ 19,000.00
Carteles 3R	meses	12	S/ 5,600.00	S/ 67,200.00
Afiches	meses	12	S/ 25,000.00	S/ 300,000.00
Ferias 3R	Evento	2	S/ 1,500.00	S/ 3,000.00
Concursos en I.E. Publicas y privadas	Evento	2	S/ 10,000.00	S/ 20,000.00
Premios para concurso	Unid.	2	S/ 5,000.00	S/ 10,000.00
Total				S/ 419,200.00

Fuente: Los autores

Mantenimiento preventivo.

Se considera manteniendo porque es importante para el inicio y en la operación del proyecto todas las unidades que cuenta actualmente la municipalidad estén operativas, para así cumplir con los objetivos trazados.

Tabla 41. Costos de mantenimiento para recolección de RRSS.

Mantenimiento	Unid Medida	Cantidad	M. preventivo	Total
Compactadoras	mes	3	1200	S/ 3,600.00

Volquetes	mes	3	1000	S/ 3,000.00
Cargador	mes	3	200	S/ 600.00
				S/ 7,200.00

Fuente: Los autores

Costo de Operación (combustible)

El costo de operación es muy importante, porque va depender para que se logren los objetivos de recolección de residuos sólidos.

Tabla 42. Costos de operación (combustible) para recolección de RRSSS.

Descripción	KM	Rendimie nto KG/Gln	Costo S/ Gln	Consu mo / Gln	Cost o	N° compactad oras	Costo total	Día s	Total mes	Me s	Total Año	
Recorrido productivo RRSS (22 Rutas)	44.4	20	S/	2.22	42.24		S/	30	S/	12	S/	
	66		19.00		27		42.24		26,752.2		321,027.3	
Recorrido ingreso a ruta y salida	10	20	S/	0.5	9.5		S/ 9.50		8		7	
			19.00									
Recorrido disposición final (ida y vuelta)	70	20	S/	3.68	70	12	S/					
			19.00				840.00					
	Costo total combustible por día							S/				
								891.74				

Fuente: Los autores

Inversión total.

Tabla 43. Inversión total para mejorar la recolección de RRSS.

Descripción	Costo en soles
Diseño de rutas	S/ 0.00
Maquinaria / equipos	S/ 2,401,080.00
Herramientas y Epps	S/ 138,228.00
Mano de Obra	S/. 00.00
Publicidad	S/ 392,920.00
Capacitación y educación	S/ 530,480.00
Mantenimiento	S/ 7,200.00
Operación (combustible)	S/ 321,027.37
	S/ 3,790,935.37

Fuente: Los autores

Para implementar esta propuesta la municipalidad de José Leonardo Ortiz necesita gestionar de S/. 3,790,935.37, las fuentes de financiamiento pueden ser propias, gobierno regional, gobierno nacional o cooperación internacional.

B. Beneficios.

Incremento de Recaudación por Limpieza Pública

Tabla 44. Recaudación de arbitrio por limpieza pública.

Año	2020	2021	2022	2023
S/:	S/ 3,542,005.12	S/	S/ 1,744,010.91	S/
		1,887,794.28		1,744,010.91

Fuente: Modulo SIAF – municipalidad JLO

Para el año 2023, no se cuanta, con una proyección, sin embargo, para fines de esta, dado a que estamos cerca de culminar el año, se tomará el mismo monto de recaudación del 2022.

En el 2020 fue el año en que la municipalidad de José Leonardo Ortiz recolecto por concepto de servicio de limpieza pública fue la mayor cifra de los últimos 3 años, la cual fue de 3,542,0005.12 soles.

con la implementación del proyecto se espera incrementar la recaudación en el primer año de ejecución el 10 %, se recaudará S/ 1,918,412.00 y para el año 2028 se espera llegar a aumentar el 40% más de recaudación, siendo esta de S/ S/ 5,656,245.94, para lograr esta recaudación es importante la campaña de publicidad y educación en recolección de residuos sólidos.

Proyección de recaudación.

Tabla 45. Proyección de recaudación de arbitrio por limpieza pública.

%	10%	20%	30%	35%	40%	50%
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029
S/:	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	1,918,412.0	2,302,094.4	2,992,722.7	4,040,175.6	5,656,245.9	8,484,368.9
	0	0	2	7	4	2

Fuente: Los autores

Para realizar esta proyección se ha tenido en cuenta que el servicio de limpieza pública presenta morosidad del 60% según ficha de SIGERSOL 20/07/2014.

Incremento recolección de residuos sólidos.

Con esta propuesta se espera mejorar la cantidad de recolección de residuos sólidos, que según el análisis óptimo que se proyecta recolectar es de 226 t/ día, el 100% de su producción, sin embargo, teniendo cuenta otros factores como:

- La cultura de la población.
- El diseño organizacional de la municipalidad
- El crecimiento poblacional desordenado del distrito
- La construcción de pistas

- Calles angostas y de difícil acceso, entre otros.

Análisis de beneficios por cantidad de RRSS recolectado.

Ahora.

En el 2022 la municipalidad de JLO, recaudo S/. 1,744,010.91 por arbitrios de limpieza pública, del cual gasta el 20% en su operación de recolección de RRSS, es decir S/ 348,802.18 al año, para recolectar 128tn/día, 3,840 t/mes y 46,080 t/año, siendo esto el 69% del total que se genera.

Propuesto.

La municipalidad de José Leonardo Ortiz, al aplicar nuestra propuesta mejora la recaudación de arbitrios por limpieza pública en 10% el primer año, y se espera llegar al 40% en el año 5, por un efecto rebote, que es mejora la cobertura de servicios y recaudo mayores ingresos, en este sentido se espera llegar a cobertura al 90% del servicio, es decir de las 226 t/día que se planea recolectar se espera alcanzar el 90% es decir 203 t/día, 6,102 t/mes y 73,224 año al año, y sus ingresos pasando de S/. 1,744,010.91 en el año 2022 a S/ 5,656,245.94 al año 2028.

A la municipalidad de JLO le conviene implementar nuestra propuesta porque mejorara la cantidad de recolección de residuos sólidos en aproximadamente 90%, con respecto a las cantidades actuales recolectadas.

C. Beneficio – Costos.

El valor del costo-beneficio se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos Totales Netos (VAN) o beneficios netos entre el Valor Actual de los Costos de inversión (VAC) o costos totales.

La fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$B/C = VAN / VAC$$

$$VBC = \frac{\text{Beneficios netos}}{\text{Costos de inversión}}$$

Datos:

Inversión: S/ 3,790,935.37

Tasa Interna de retorno: 15% (tasa promedio para proyectos públicos)

Flujo de caja de ingresos adicionales proyectados y egresos proyectados

Tabla 46. Ingresos proyectados adicionales por limpieza pública.

Año	Ingresos Adicionales	Egresos
1	S/ 174,401.09	S/ 328,227.37
2	S/ 690,628.32	S/ 328,227.37
3	S/ 1,047,452.95	S/ 328,227.37
4	S/ 1,616,070.27	S/ 328,227.37
5	S/ 2,828,122.97	S/ 328,227.37

Fuente: Los autores

Ingresos totales = VNA= (tasa de retorno + suma de ingresos adicionales proyectados)

Egresos totales = VNA= (tasa de retorno + suma egresos proyectados)

Total Ingresos	S/ 6,356,675.61
Total Egresos	S/ 1,100,269.06
Costo + Inversión	S/ 4,891,204.43
Costo/beneficio	S/ 1.30

Se puede concluirse, que el proyecto es viable y aceptado por que el resultado obtenido del costo beneficio es mayor que 1, eso quiere decir que la municipalidad de José Leonardo Ortiz, al aplicar esta propuesta, por cada solo invertido tendrá 30 céntimos de ingresos adicionales.

3.3. Discusión de resultados

De acuerdo con los hallazgos, coincidimos con el autor Taquía, que señala que, la asignación y reparto de las rutas de recolección en una institución o empresa es considerado elemental en el alcance de la visión operativa y estratégica. Se observa hoy en día que existen instituciones estatales donde este problema no se considera fundamental y es parte de un

trabajo empírico, sin emplear teorías que conllevan a un avance contributivo en el desarrollo como ocurre en contexto donde se toma en cuenta estos principios los cuales hacen de su efectividad un ejemplo, tanto en el ámbito nacional e internacional [10]

Sincerar las cifras es vital en la empresa o institución estatal, donde el transporte afecta entre el 10% y el 20% del costo final del servicio, siendo el porcentaje aún mayor en una empresa cuyo servicio principal es el transporte.

Aquí se debe tener en cuenta que la flota automotriz en ciudades metropolitanas como la capital está por encima de lo adecuado, lo que ocasiona embotellamiento en vías esenciales y troncales en los más de 8,000 km de vías asfaltadas, los cuales están adecuados para la circulación de la población. A esto contribuye el aumento desproporcionado del parque automotriz, el cual en cifras ha crecido más de 72% en los últimos años.

La solución propuesta contempla que el proceso de recolección será 3/7, tres veces por semana, porque la recolección diaria genera un costo excesivo, para esto se deben iniciar campañas de educación cívica a la ciudadanía, sobre los horarios de recolección de residuos sólidos y también la municipalidad debe cumplir con dichos horarios, para generar confianza en la ciudadanía.

La solución propuesta parte de la exposición de actividades que se presenta la descripción de las actividades previas, la innovación de procesos principales para optimizar las rutas de recolección o acopio, esto se llevará con control, a través de indicadores que se ejecutan en el modelo propuesto.

Considerando el objetivo, se tomó como elemento principal el Método del Agente Viajero TSP, para cimentar la fórmula objetivo y el modo de optimización, se buscará generar rutas de base adecuadas, tomando en cuenta el número de rutas de un camión que en un día son dos rutas, se considera esto para diseñar la ruta nueva con el doble del número de camiones disponibles. Para la fórmula objetivo es imprescindible multiplicar las veces que se utiliza cada arco por una constante asociada al costo del arco. Aquí la constante se define a raíz del tipo de recorrido del vehículo en determinada ruta de recolección. Tomamos este a velocidad baja y constante, en ese sentido es necesario tomar las características de un

vehículo frecuente, los costos de transporte y otros costos dependen directamente del trayecto que recorre así la distancia recorrida será la constante asociada.

Según el análisis de costo beneficio, el proyecto se justifica, que por cada sol invertido en la recolección de residuos sólidos la municipalidad de José Leonardo Ortiz logra recaudar 30 céntimos más.

3.4. Aporte práctico

En la presente investigación, se considera que el aporte que brinda a la municipalidad de José Leonardo Ortiz, es de solucionar o mitigar los impactos negativos por el mal manejo de los residuos sólidos, partiendo por la distribución de rutas que sean más homogéneas, con recorridos controlados, con la disminución de recorridos innecesarios, que ayudará ahorrar dinero por concepto de combustible.

Con el aporte de esta investigación se debe mejorar la salud de la población del distrito de JLO, debido a que no existirán botaderos y se eliminarán los focos infecciosos.

También se estima, que debe mejorar la belleza de la ciudad y contribuir a la disminución de la delincuencia, debido a que en muchas ocasiones es difícil acceder a calles o avenidas por los montículos de basura acumulada.

Brindando un mejor servicio de recolección de residuos sólidos, la municipalidad debe iniciar la cobranza por el servicio y si es que se brinda un servicio adecuado, se mejorará la recaudación de ingresos de la municipalidad y paulatinamente mejorar aún más el servicio.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Al realizar el presente estudio se puede concluir que la municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz carece de información suficiente y correcta sobre la recolección de los residuos sólidos domiciliario y no domiciliarios, lo cual ha traído como consecuencia dificultad en el momento de procesar datos y analizar la situación actual acerca del problema, el análisis arroja que cuenta con el personal

suficiente asignado para esta actividad 188 trabajadores en la sub gerencia de servicios públicos, en la actualidad existen 6 compactadoras, 2 volquetes, 1 retroexcavadora y 1 minibocat, se cuenta con un plano del distrito, sin embargo este está desfasado, no cuenta con una distribución de rutas adecuadas o establecidas por criterios o métodos probados de recolección, el trabajo se realiza a base de la experiencia de conductor. La municipalidad alcanza a recolectar 128 toneladas día aproximadamente, sin embargo, deja de recolectar 158 toneladas día, eso significa que un 31% de residuos sólidos se queda sin recolectar. Esto debe de tener especial atención no solo por el mal aspecto del distrito si no por la salud pública, y porque es una situación insostenible en función de la población.

- La sectorización de las rutas se ejecutó con un plano proporcionado por la entidad, aunque no estaba actualizado, ayudó para establecer una base sobre la recolección de los residuos sólidos empleando otras técnicas, para la distribución y recojo de residuos sólidos, se propuso el método de recolección parada fija, bajo el modelo de resolución del Problema del Agente Viajero -TSP, algoritmo de análisis Vecino más Cercano, este modelo evita el almacenamiento temporal al depositar los residuos sólidos en su disposición final, y ocupando la capacidad total de los vehículos, aplicando este modelo de optimización adecuado de recolección de residuos sólidos en la municipalidad de José Leonardo Ortiz, se puede reducir el tiempo total de viajes de vehículos, ahorro de combustible, mejor distribución de mano de obra y el objetivos más importante lograra recolectar mayor cantidad de residuos sólidos.
- En la propuesta se logró diseñar y evaluar el modelo de optimización, las cuales consideró como medida las distancias optimizadas de recorrido y el combustible que se utiliza en ésta, acción orientada a la reducción de costos. El rendimiento promedio debe de ser 33km/gln, mientras que en JLO por la antigüedad y por las condiciones de las pistas se llega a los 20km/gln. aproximadamente, También se tomó en cuenta que el camión debe de recorrer una zona definida según las

características de distrito. El camión debe de dejar limpia la ruta asignada, pero ello no quiere decir que el camión recorra todas las calles que la ruta marca, sino que sean los trabajadores quienes se encargan de recoger la basura de las calles aledañas. Al aplicar la propuesta realiza, se tendrá una capacidad de recolectar de 226 t/día de residuos sólidos, con una flota homogénea de 12 vehículos de 12 m3 de capacidad cada uno, en 45 km de recorrido productivo de recolección de residuos sólidos, más 50km de recorrido entre ida y vuelta al votadores de cielo abierto en las Pampas de Reque, el cual incurrirá en gastos en combustible de aproximadamente S/. 642.4 día, S/. 19,267.281 mes.

- La mejora en la recolección de residuos sólidos según el modelo propuesto está en la recolección del 90% de residuos sólidos generados, a diferencia que en la actualidad solo se recolecta el 69% 128 t/día y se deja de recolectar 31% 58 t/día, a la semana 406t, al mes 1740 t, grabe problema que afecta a la salud pública de la población del distrito. Si bien es cierto que ningún modelo nos asegura el 100% de eficiencia, sin embargo, nos acercan al objetivo de mejorar los porcentajes de recolección y a la disminución de los costos de operación.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al alcalde de Jose Leonardo Ortiz, hacer campañas educativas acerca de la importancia del reciclaje y clasificación de las RRSS para ayudar a la recolección y minimización de la cantidad de residuos sólidos a recoger, mejorando así la eficacia de la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos y generando empleo para los recicladores.
- Se recomienda analizar factores como: sociales, económicos y políticos, para asegurar la mejora en la recolección de RRSS de JLO, que a medida que se analice el éxito del modelo aplicado en un futuro, sirva para mejorarlo a futuro.

- A la población de José Leonardo Ortiz, ser conscientes del grave problema que causa los RRSS y prestar facilidades al equipo de recolección de residuos sólidos, como: sacar su RRSS cuando pasa el camión, almacenarlo en bolsas desechables, respetar los horarios y no dejando en veredas y/o avenidas.
- A los conductores de los camiones recolectores, tomar el camino otorgado a cada camión recolector de residuos sólidos, según zona, esto permitirá maximizar la recolección, minimizar los costos de operación. De igual manera se debe tener en cuenta el mantenimiento constante, la planificación y gestión de los
- Reforzar el programa de recolección en la fuente 3R, con una política clara, con herramientas y equipos adecuados, con la suficiente cantidad de personal y un presupuesto estable para reducir la recolección de RRSS.


Referencias

- [1] J. A. U. G. Alejandrina Sáez, «Manejo de residuos sólidos en América Latina,» *Omnia*, vol. 20, nº 3, pp. 121-135, 2014.
- [2] P. d. F. d. I. C. I. e. e. M. d. I. R. S. a. Nivel, «PLAN DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SOLIDOS,» República Dominicana, 2014.
- [3] K. V. Valencia y P. C. M. V. Juan Pablo Orejuela Cabrera, «LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES CON RECUPERACIÓN DE MATERIALES,» de *III Conferencia Internacional de Gestión de Residuos Sólidos*, Colombia, 2018.
- [4] O. -. O. P. d. I. Salud, «Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe,» Marcus Vinicius Romanelli, 2010.
- [5] S. N. d. I. A. -. SINIA, «Informe de generación de residuos sólidos municipales - Perú,» Lima, 2021.
- [6] M. d. A. -. MINAN, «Diagnóstico de Residuos Sólidos en el Perú,» Lima , 2013.
- [7] S. G. d. L. P. M. JLO, «Plan de Manejo de RRSS - JLO,» José Leonardo Ortiz, 2015.
- [8] O. ODS/AMBIDES/LSA, «Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales,» Chiclayo, 2011.
- [9] J. P. A. BRYAN HENAO GUZMÁN, «DISEÑO DE UN MODELO DE RUTEO DE VEHÍCULOS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE ZARZAL VALLE DEL CAUCA,» Zarzal, 2015.
- [10] J. A. T. Valdivia, «Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos,» Lima, 2013.
- [11] E. G. B. Alexander Ayala Rodríguez, «Asignación de rutas de vehiculos para un sistema de recolección de residuos solidos en acera,» *Revista Ingenieria*, vol. 48, nº 13, pp. 5-10, 2001.
- [12] INACAL, NORMA TÉCNICA NTP 900.058, Lima: 2019-03-18 2ª Edición, 2009.
- [13] MINAN, «Manual para municipios ecoeficientes,» Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-15589, Lima, 2009.

- [14] SEDESOL, MANUAL PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCION, Mexico, 1999.
- [15] E. P. A. Jesus Racero Moreno, «Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos solidos domiciliarios -Ecoeficiencia,» de *X Congreso de Ingenieria de Organización* , Valencia, 2006.
- [16] M. d. J. Maria, «Vehiculos altamente tecnificados para la recoleccipon de RRSS,» Jesus Maria - Lima, 2017.
- [17] M.-O. J. L.-C. O. Gracia María, «Análisis computacional de los problemas del vendedor viajero y patrones de corte,» *Ingenieria, Investigacion y Tecnología*, vol. XVI, nº 1, pp. 62-68, 2015.
- [18] B. S. López, «ingenieros industriales online,» 12 junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/problema-del-agente-viajero-tsp/>. [Último acceso: 15 setiembre 2020].
- [19] M. d. J. L. Ortiz, «MuniJLO,» 19 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.munijlo.gob.pe/web/distrito.php>. [Último acceso: 15 Setiembre 2023].
- [20] SUNAT, «CONSULTA RUC,» 2022. [En línea]. Available: <https://e-consultaruc.sunat.gob.pe/cl-ti-itmrconsruc/jcrS00Alias>. [Último acceso: 15 Setiembre 2023].
- [21] INEI, «Censo Nacional,» Lima, 2017.
- [22] G. -. DESA, «Nivel de riesgo de los residuo solidos de JLO,» Chiclayo, 2015.
- [23] M. d. J. L. Ortiz, «Plano catastral,» Jose Leonardo Ortiz, 2017.
- [24] M. P. d. Chiclayo, «Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS,» Chiclayo, 2012.
- [25] R. Zarate, «DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCION DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS,» 20 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://prezi.com/eracmydi1zjs/disenio-de-rutas-de-recoleccion-de-residuos-solidos-urbanos/>. [Último acceso: 15 setiembre 2020].

ANEXOS.

Anexo 01. Carta de autorización para el recojo de información.

 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD - USS		
	GUÍA	Código:	F-PC-USS
	DE PRODUCTOS ACADÉMICOS DE LOS CURSOS DE INVESTIGACIÓN	Versión:	2
Hoja:		1 de 60	

AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

José Leonardo Ortiz, 07 de febrero de 2022

Quien suscribe:

Sr. ARTURO FERNANDO HUANCA BEJARANO

Gerente de Gestión Ambiental

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación,

denominado: DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE PARA OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ.

Por el presente, el que suscribe, señor , ARTURO FERNANDO HUANCA BEJARANO Gerente de Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, AUTORIZO a los estudiante: Manuel Pérez Pérez identificado con DNI N° 47640040 y Anyela Rudy Izquierdo Correa, identificado con DNI N° 48487853, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, y autor del trabajo de investigación denominado DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE PARA OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, al uso de dicha información que conforma el Plan de manejo de residuos sólidos de la municipalidad de distrital de José Leonardo Ortiz, información de obreros, maquinarias, entrevistas, cuestionarios y otra información necesaria para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de Pregrado para optar el título profesional, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



.....
Nombres:
DNI:
Municipalidad de JLO

Anexo 02. Instrumento de recolección de datos – entrevista



INSTRUMENTO DE VALIDACION NO EXPERIMENTAL POR JUICIO DE EXPERTOS.

1. NOMBRE DEL JUEZ		Dante Godofredo Supo Rojas
2.	PROFESIÓN	Ingeniero Industrial
	ESPECIALIDAD	Gestión empresarial y mejora continua
	GRADO ACADÉMICO	Maestro
	EXPERIENCIA PROFESIONAL (AÑOS)	30
	CARGO	Docente
Título de la Investigación: DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE PARA OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ.		
3. DATOS DEL TESISISTA		
3.1	NOMBRES Y APELLIDOS	1. Bach. Izquierdo Correa Anyela Rudy 2. Bach. Pérez Pérez Manuel
3.2	PROGRAMA DE PREGRADO	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL
4. INSTRUMENTO EVALUADO		1. Guía de observación de documentos () 2. Cuestionario de entrevista (X)
5. OBJETIVOS DEL INSTRUMENTO		<u>GENERAL</u> Conocer las apreciaciones y conocer datos actualizados del gerente de gestión ambiental de la municipalidad de JLO
		<u>ESPECÍFICOS</u> 1. Identificar datos actualizados sobre la recolección de residuos sólidos de JLO 2. Apreciación sobre el manejo de residuos sólidos

A continuación se le presentan los indicadores en forma de preguntas o propuestas para que Ud. los evalúe marcando con un aspa [x] en "A" si está de ACUERDO o en "D" si está en DESACUERDO, SI ESTÁ EN DESACUERDO POR FAVOR ESPECIFIQUE SUS SUGERENCIAS		
N	DETALLE DE LOS ITEMS DEL INSTRUMENTO	
01	En la actualidad, ¿Cuántas unidades de recolección de RRSS cuenta la municipalidad de José Leonardo Ortiz (JLO) operativas (capacidad)?	A(x) D () SUGERENCIAS:
02	¿Estas unidades de recolección de RRSS son suficientes y adecuadas?	A(x) D () SUGERENCIAS:
03	¿Con qué frecuencia se hacen la recolección de RRSS en la jurisdicción de JLO?	A(x) D () SUGERENCIAS:
04	¿Cuántas TM de RRSS se recogen por día/semana/mes?	A(x) D () SUGERENCIAS:
05	¿Cuántas TM de RRSS no se recolectan día/semana/mes?	A(x) D () SUGERENCIAS:
06	¿Cuál es el mayor problema que afecta el servicio de RRSS?	A(x) D () SUGERENCIAS:
07	¿Cree que con una mejor sectorización con MACRORUTAS mejorara el servicio de RRSS?	A(x) D () SUGERENCIAS:
08	¿Estaría de acuerdo a que se realicen nuevas rutas de recolección de RRSS, en el cual se acoja la geografía del distrito de JLO?	A(x) D () SUGERENCIAS:
09	¿Aplicaría las nuevas rutas diseñadas por el presente estudio de tesis, para la recolección de RRSS del distrito de JLO?	A(x) D () SUGERENCIAS:
10	¿Qué nos recomendaría para tener en cuenta en nuestra propuesta del presente estudio de tesis?	A(x) D () SUGERENCIAS:
PROMEDIO OBTENIDO:		A(x) D ():

6 COMENTARIOS GENERALES
7 OBSERVACIONES



INGENIERO A. Sergio Ballester
INGENIERO AGUATELA
CIP. 37883

Juez Experto
Colegiatura N° 37883

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos – Lista de cotejo



INSTRUMENTO DE VALIDACION NO EXPERIMENTAL POR JUICIO DE EXPERTOS.

1. NOMBRE DEL JUEZ		Dante Godofredo Supo Rojas
2.	PROFESIÓN	Ingeniero Industrial
	ESPECIALIDAD	Gestión empresarial y mejora continua
	GRADO ACADÉMICO	Maestro
	EXPERIENCIA PROFESIONAL (AÑOS)	30
	CARGO	Docente
Título de la Investigación: DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE PARA OPTIMIZAR LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ.		
3. DATOS DEL TESISISTA		
3.1	NOMBRES Y APELLIDOS	1. Bach. Izquierdo Correa Anyela Rudy 2. Bach. Pérez Pérez Manuel
3.2	PROGRAMA DE PREGRADO	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL
4. INSTRUMENTO EVALUADO		1. Lista de cotejo (X) 2. Cuestionario de entrevista ()
5. OBJETIVOS DEL INSTRUMENTO		<p><u>GENERAL</u> A través de la observación estudiar e identificar documentos los cuales poder encontrar problemas, causas y soluciones, con respecto al estudio de recolección de residuos sólidos de la Municipalidad de JLO.</p> <p><u>ESPECÍFICOS</u> 1. Identificar información relevante con respecto a residuos sólidos de JLO 2. Visualizar el desarrollo de las operaciones de recolección de residuos sólidos de JLO</p>

A continuación se le presentan los indicadores en forma de preguntas o propuestas para que Ud. los evalúe marcando con un espe (x) en "A" si está de ACUERDO o en "D" si está en DESACUERDO, SI ESTÁEN DESACUERDO POR FAVOR ESPECIFIQUE SUS SUGERENCIAS		
N	DETALLE DE LOS ITEMS DEL INSTRUMENTO	
01	Los recolectores que ofrece el servicio, sigue la ruta establecida	A(x) D () SUGERENCIAS:
02	El recurso de recolección que ofrece el servicio, están en óptimas condiciones	A(x) D () SUGERENCIAS:
03	El recurso mano de obra que ofrece el servicio cuenta con los elementos de protección personal.	A(x) D () SUGERENCIAS:
04	Las unidades móviles recolectoras reciben mantenimiento preventivo.	A(x) D () SUGERENCIAS:
05	Los obreros del servicio de recolección utilizan el 100% de su capacidad para la recolección de residuos sólidos.	A(x) D () SUGERENCIAS:
06	Actividad 6: Se utiliza toda la potencia del recolector existente.	A(x) D () SUGERENCIAS:
07	Los ambientes de almacenamiento de los camiones recolectores de residuos sólidos es seguro.	A(x) D () SUGERENCIAS:
08	Los obreros que realizan el barrido de calles emplean herramientas adecuadas para realizar su trabajo.	A(x) D () SUGERENCIAS:
09	Los camiones recolectores se pasa por alguna calle, dos veces	A(x) D () SUGERENCIAS:
10	El personal de la recolección cumple con el horario establecido.	A(x) D () SUGERENCIAS:
PROMEDIO OBTENIDO:		A(x) D ():
6 COMENTARIOS GENERALES		

7 OBSERVACIONES



Juan A. Sujo Buján
UNIVERSIDAD ADONIRAL
SIPÁN, PERÚ

Juez Experto

Colegiatura N° 37883

Anexo 04. Maquinaria destina a limpieza de JLO



El fiscal de prevención del delito verificando el estado de la maquinaria de José Leonardo Ortiz, realizado el 03 de enero 2018, (Fuente: RPP)



Estado de flota de vehículos que corresponden al servicio de limpieza de JLO

Fuente: Los Autores

Anexo 05. Puntos críticos del distrito de JLO

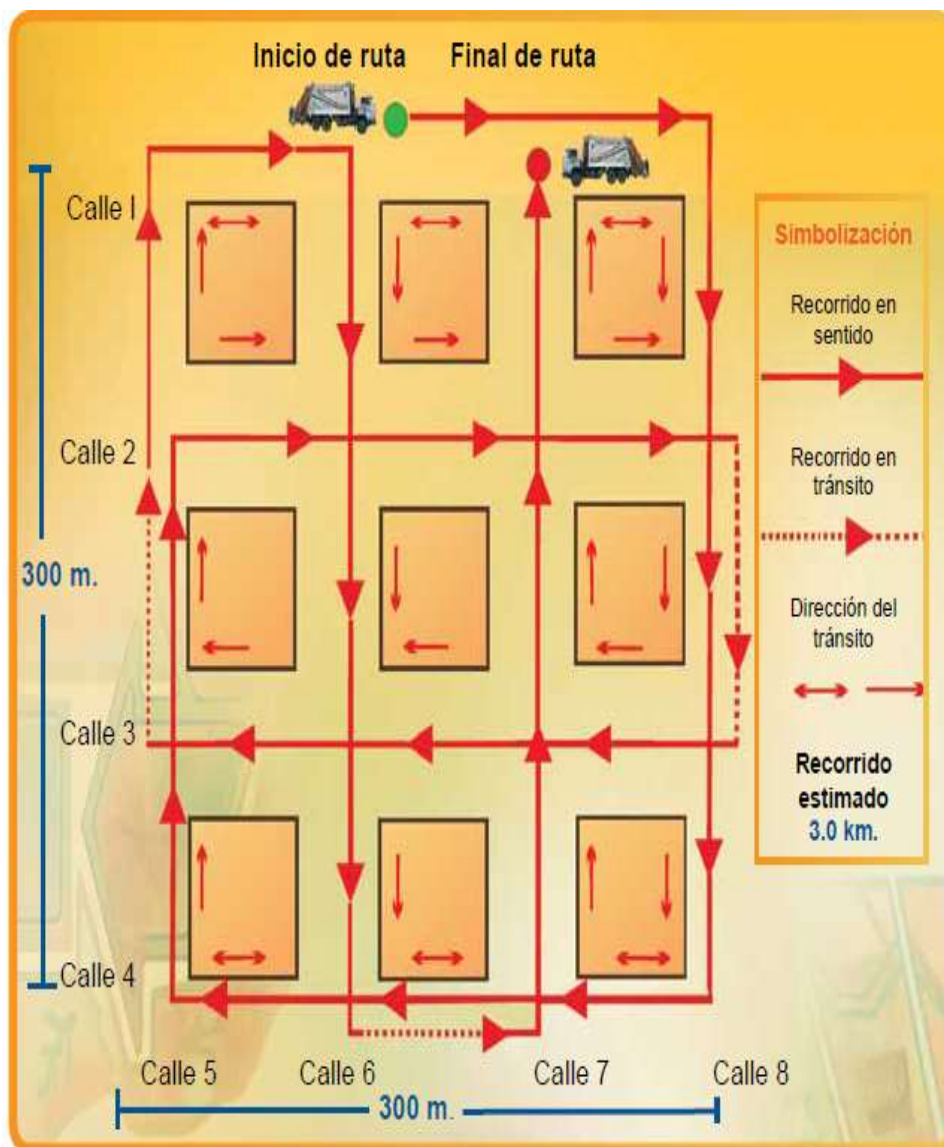
N° Punto	UBICACIÓN DE PUNTO DE EVALUACIÓN	VOLUMEN
	DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ	M3
	03 DE ABRIL 2014	
1	Pj. Atusparias, avenida Agricultura cuadra N° 06	1.5
	Pj. Atusparias Av. México intersección con Calle	
2	Jorge Chávez	1.5
3	Pj. Atusparias Av. México con Humbolt	0.5
	Pj. María Parado de Bellido calle con México y	
4	Agricultura	2.0
	Pj. María Parado de Bellido Calle 27 de Julio y	
5	México	2.0
6	Pj. María Parado de Bellido con Calle Toledo	1.5
	Pj. María Parado de Bellido Av. Chiclayo con	
7	Agricultura	2.0
8	Pj. Urrunaga, Av. Chiclayo	1.0
	Pj. Urrunaga, Av. Balta intersección con Av.	
9	Panamá	3.0
	Pj. Urrunaga, Av. Balta intersección con Av.	
10	Argentina	2.0
	Pj. Urrunaga, Av. Balta intersección con Av.	
11	Carolina	2.0
12	Urb. Carlos Stein, Av. Chiclayo	100.0
	Pj. El Milagro de Dios altura Km 1 carretera a	
13	Ferreñafe	3.0
	TOTAL	122.0

11 DE ABRIL 2014

1	Pj. Atusparia, avenida Agricultura cuadra N° 06	0.5
	Pj. María Parado de Bellido calle México y	
2	Agricultura	0.0
	Pj. María Parado de Bellido Calle 27 de Julio y	
3	México	2.0
4	Pj. Urrunaga, Cdra. 8 Av. Chiclayo	4.0
5	Pj. Urrunaga, Cdra 4 Av. Chiclayo con Calle Roma	6.0
6	Urb. Carlos Stein, Av. Chiclayo	100.0
	Pj. El Milagro de Dios altura Km 1 carretera a	
7	Ferreñafe	2.0
	Pj. Urrunaga, AV. Balta Cdra. 37 con	
8	Circunvalación	0.5
9	Pj. Urrunaga, Av. Balta Cdra. 26,27,28	0.0
10	Pj. San Lorenzo Av. México con Calle Nicaragua	2.0
	TOTAL	116.0
1	Pj. Atusparia, avenida Agricultura cuadra N° 06	0.5
	Pj. El Milagro de Dios altura Km 1 carretera a	
2	Ferreñafe	2.0
3	Pj. Villa Hermosa Av. Chiclayo y 27 de Julio	3.0
	Pj. Urrunaga, Av. Balta intersección con Av.	
4	Panamá	3.0
	Pj. Urrunaga, Av. Balta intersección con Av.	
5	Argentina	2.0
6	Urb. Carlos Stein, Av. Chiclayo	100.0

Fuente: Plan de manejo de residuos sólidos (JLO, 2014)

Anexo 06. Plano Óptimo de recolección de residuos



Fuente: Guía para municipios e coeficientes (minan, 2009)

Anexo 07. Solución óptima en programa lingo.

Solución Óptima Encontrada

lp_solve -> 0

Valor de la función objetivo = 44466.00

Valor actual de las variables:

x_0_1:: 0 --> 1 = 0

x_2_3:: 2 --> 3 = 1

x_3_6:: 3 --> 6 = 1

x_6_11:: 6 --> 11 = 1

x_10_11:: 10 --> 11 = 1

x_4_7:: 4 --> 7 = 0

x_15_19:: 15 --> 19 = 0

x_19_24:: 19 --> 24 = 0

x_11_16:: 11 --> 16 = 1

x_16_20:: 16 --> 20 = 1

x_24_25:: 24 --> 25 = 0

x_12_17:: 12 --> 17 = 0

x_17_21:: 17 --> 21 = 0

x_17_18:: 17 --> 18 = 0

x_11_12:: 11 --> 12 = 0

x_13_14:: 13 --> 14 = 1

x_13_18:: 13 --> 18 = 0

x_16_17:: 16 --> 17 = 0

x_20_21:: 20 --> 21 = 1

x_18_22:: 18 --> 22 = 0

x_14_23:: 14 --> 23 = 1

$$x_{22_23}:: 22 \rightarrow 23 = 0$$

$$x_{1_0}:: 1 \rightarrow 0 = 1$$

$$x_{3_2}:: 3 \rightarrow 2 = 0$$

$$x_{5_4}:: 5 \rightarrow 4 = 0$$

$$x_{4_3}:: 4 \rightarrow 3 = 0$$

$$x_{6_3}:: 6 \rightarrow 3 = 0$$

$$x_{7_4}:: 7 \rightarrow 4 = 0$$

$$x_{8_5}:: 8 \rightarrow 5 = 0$$

$$x_{9_5}:: 9 \rightarrow 5 = 0$$

$$x_{7_6}:: 7 \rightarrow 6 = 1$$

$$x_{9_8}:: 9 \rightarrow 8 = 1$$

$$x_{2_5}:: 2 \rightarrow 5 = 0$$

$$x_{5_2}:: 5 \rightarrow 2 = 0$$

$$x_{0_2}:: 0 \rightarrow 2 = 1$$

$$x_{5_8}:: 5 \rightarrow 8 = 0$$

$$x_{3_4}:: 3 \rightarrow 4 = 1$$

$$x_{4_5}:: 4 \rightarrow 5 = 1$$

$$x_{6_7}:: 6 \rightarrow 7 = 0$$

$$x_{8_9}:: 8 \rightarrow 9 = 0$$

$$x_{5_9}:: 5 \rightarrow 9 = 1$$

$$x_{7_12}:: 7 \rightarrow 12 = 0$$

$$x_{8_13}:: 8 \rightarrow 13 = 1$$

$$x_{9_14}:: 9 \rightarrow 14 = 0$$

$$x_{10_15}:: 10 \rightarrow 15 = 0$$

$$x_{2_0}:: 2 \rightarrow 0 = 0$$

$$x_{7_8}:: 7 \rightarrow 8 = 0$$

$$x_{8_7}:: 8 \rightarrow 7 = 0$$

$x_{13_12}:: 13 \rightarrow 12 = 0$

$x_{16_15}:: 16 \rightarrow 15 = 0$

$x_{20_19}:: 20 \rightarrow 19 = 0$

$x_{11_6}:: 11 \rightarrow 6 = 0$

$x_{12_7}:: 12 \rightarrow 7 = 1$

$x_{13_8}:: 13 \rightarrow 8 = 0$

$x_{21_24}:: 21 \rightarrow 22 = 1$

$x_{22_23}:: 22 \rightarrow 22 = 0$

$x_{23_22}:: 23 \rightarrow 22 = 1$

$x_{22_21}:: 22 \rightarrow 21 = 0$

$x_{12_13}:: 12 \rightarrow 13 = 0$

$x_{15_16}:: 15 \rightarrow 16 = 0$

$x_{19_20}:: 19 \rightarrow 20 = 0$

$x_{1_10}:: 1 \rightarrow 10 = 0$

$x_{10_1}:: 10 \rightarrow 1 = 1$

$x_{14_9}:: 14 \rightarrow 9 = 0$

$x_{14_13}:: 14 \rightarrow 13 = 0$

$x_{12_11}:: 12 \rightarrow 11 = 0$

$x_{11_10}:: 11 \rightarrow 10 = 0$

$x_{15_10}:: 15 \rightarrow 10 = 1$

$x_{19_15}:: 19 \rightarrow 15 = 1$

$x_{20_16}:: 20 \rightarrow 16 = 0$

$x_{21_17}:: 21 \rightarrow 17 = 0$

$x_{22_18}:: 22 \rightarrow 18 = 1$

$x_{18_13}:: 18 \rightarrow 13 = 0$

$x_{17_12}:: 17 \rightarrow 12 = 1$

$x_{16_11}:: 16 \rightarrow 11 = 0$

$x_{23_14}:: 23 \rightarrow 14 = 0$

$x_{24_19}:: 24 \rightarrow 19 = 1$

$x_{23_22}:: 23 \rightarrow 22 = 1$

$x_{22_21}:: 22 \rightarrow 21 = 0$

$x_{21_20}:: 21 \rightarrow 20 = 0$

$x_{18_17}:: 18 \rightarrow 17 = 1$

$x_{17_16}:: 17 \rightarrow 16 = 0$

$x_{23_24}:: 23 \rightarrow 24 = 1$