



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y

PREVENCIÓN DE RIESGOS

**“SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCMAP) PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE RUTAS Y RECOJO SELECTIVO DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DE LOS SECTORES 07 Y 09 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2022”**

Bachilleres:

Bach. Cerna Muñoz, Maycol Steve

Bach. Gastolomendo Quispe, Uvelser

Asesor: Dr. Persi Vera Zelada

Cajamarca – Perú

2022



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
PREVENCIÓN DE RIESGOS

**“SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCMAP) PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE RUTAS Y RECOJO SELECTIVO DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DE LOS SECTORES 07 Y 09 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2022”**

Tesis presentada en cumplimiento de los requerimientos para optar el Título Profesional
de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos.

Bachilleres:

Bach. Cerna Muñoz, Maycol Steve

Bach. Gastolomendo Quispe, Uvelser

Asesor: Dr. Persi Vera Zelada

Cajamarca – Perú
2022

COPYRIGHT © 2022 by
CERNA MUÑOZ MAYCOL STEVE
GASTOLOMENDO QUISPE UVELSER
Todos los derechos reservados

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
PREVENCIÓN DE RIESGOS

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ARCMAP) PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE RUTAS Y RECOJO SELECTIVO DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES DE LOS SECTORES 07 Y 09 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA 2022

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

Dedicatoria

A: *En primer lugar, a Dios por habernos brindado la vida y la sabiduría para llegar a hasta este punto de nuestras vidas, a nuestras familias por el apoyo emocional e incondicional en todo momento de nuestra formación profesional para cumplir todos nuestros objetivos.*

Cerna Muñoz, Maycol Steve y Gastolomendo Quispe, Uvelser

A: *Mi madre Lucy Muñoz de Cerna que desde el cielo me sigue alentando y a mi padre Jaime Porfirio Cerna Pereira por el apoyo incondicional que me brindaron día a día, por ser el mayor ejemplo de superación y perseverancia, que me permitieron llegar hasta este punto en formación profesional y personal.*

Cerna Muñoz Maycol Steve

Agradecimiento

-Agradecimiento a Dios por la vida, la salud y la fortaleza para afrontar momentos de dificultad.

-Agradecimiento especial a mis padres que a pesar de las dificultades me dan una demostración de su amor incondicional y hermanos por los consejos, la motivación y la confianza para alcanzar mis metas.

Gastolomendo Quispe, Uvelser

-Agradezco principalmente a Dios Por hoy brindarnos salud y fortaleza para afrontar los para bienes y dificultades de la vida.

-Agradezco Principalmente a mi madre, Lucy Muñoz Espinoza que desde el Cielo aún sigue protegiéndome y cuidándome para seguir adelante con mis proyectos y anhelos, que nunca me dejo tirar la toalla y me guió para llegar a este punto profesional y personal de mi vida. Agradezco de igual forma a mi padre por el apoyo que siempre me brindo y me sigue brindando, por enseñarme el camino del bien y seguir inculcándome enseñanzas que hoy en día tienen su fruto.

Cerna Muñoz Maycol Steve

-Agradecemos a la Universidad Antonio Guillermo Urrelo, por brindarnos la formación académica para ser profesionales competentes y con valores.

-De igual manera al Dr. Peri Vera Zelada por sus aportes con sus conocimientos y confianza para guiarnos en la realización de nuestro proyecto.

RESUMEN

El presente estudio de investigación tiene por objetivo comprobar si los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022. Mediante el pre recorrido de la ruta base, la optimización y la creación de nuevas rutas de recolección selectiva de residuos sólidos municipales. A través de los distintos softwares SIG principalmente ArcGis 10.4.1.

El tipo de investigación es aplicativo, ya que se analizó como afecta la variable independiente (Sistemas de Información Geográfica) sobre la dependiente (optimización de rutas y recojo selectivo). En la cual se aplicó un método de agente viajero para el desarrollo y la identificación de los puntos críticos que determinaron seccionar partes del recorrido actual utilizando el instrumento Global Positioning System (GPS) para luego pasar a un proceso de análisis por intermedio de todas las herramientas SIG, obteniendo valores iniciales (pre) y finales (post) de distancia y tiempo en las rutas de los sectores 07 y 09 que dan como resultado una optimización en tiempo de 2 h 56' 26" y en distancia 3.78 km en el sector 07, así mismo una optimización en tiempo de 1 h 56' 55" y en distancia 1,4 km en el sector 09, por otro lado los análisis estadísticos de los sectores 07 y 09 dan como resultado en, *Prueba de Wilcoxon, Sig. bilateral* $< \alpha$ (0,001 < 0,05); mostrando una clara evidencia que permite rechazar la H_0 es decir, evidenciando la eficiencia de los Sistemas de Información Geográfica.

Palabras claves: Residuos sólidos, Optimización de rutas, Sistemas de Información Geográfica.

ABSTRACT

The objective of this research study is to verify if geographic information systems (ArcMap) allow the optimization of routes and selective collection of municipal solid waste from sectors 07 and 09 of the city of Cajamarca 2022. Through the pre-route basis, optimization and creation of new routes for the selective collection of municipal solid waste. Through the different GIS software mainly ArcGis 10.4.1.

The type of research is applicative, since it was analyzed how the independent variable (Geographic Information Systems) affects the dependent variable (route optimization and selective collection). In which a traveling agent method was applied for the development and identification of the critical points that determined to section parts of the current route using the Global Positioning System (GPS) instrument and then proceed to an analysis process through all the tools. SIG, obtaining initial (pre) and final (post) values of distance and time in the routes of sectors 07 and 09 that result in an optimization in time of 2 h 56' 26" and in distance 3.78 km in sector 07 , likewise an optimization in time of 1 h 56' 55" and in distance 1.4 km in sector 09, on the other hand the statistical analyzes of sectors 07 and 09 result in, Wilcoxon test, Sig.bilateral $< \alpha$ ($0.001 < 0.05$); showing clear evidence that allows rejecting H_0 , that is, showing the efficiency of Geographic Information Systems.

Keywords: Solid waste, Route optimization, Geographic Information Systems.

CONTENIDO

Dedicatoria.....	5
Agradecimiento	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
CONTENIDO.....	9
LISTA DE TABLAS.....	12
LISTA DE FIGURAS	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	17
1. Planteamiento del problema	17
1.2 Formulación del problema	19
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo general:	20
1.3.2 Objetivos específicos:	20
1.4 Justificación e importancia.....	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	22
2.Fundamentos Teóricos de la investigación	22
2.1. Antecedentes Teóricos	22
2.2 Bases teóricas	33
2.3. Discusión teórica	42
2.4. Definición de Términos Básicos	43
2.4.1 Residuos:	43
2.4.2 Minimización:	44

2.4.3 Recolección:	44
2.4.4 Recolección Selectiva:	44
2.4.5 Reciclaje:	45
2.4.6 Residuos Municipales:	45
2.4.7 Segregación:	45
2.4.8 Rutas de recolección de residuos sólidos	46
a. Rutas desde el enfoque SIG	46
b. Horarios de recolección.....	46
2.5. Hipótesis.....	46
a. Operacionalización de las variables	47
CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.1 Metodología	48
3.2 Tipo de investigación	48
3.3 Diseño de investigación	48
3.4 Área de estudio.....	50
a. Unidad de análisis, universo y muestra.....	51
b. Métodos de investigación.....	52
Materiales, instrumentos y métodos.....	53
i. Materiales en Gabinete:	53
ii. Materiales en Campo:.....	53
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
3.6 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	55
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4. Presentación, análisis e interpretación de resultados	55

4.1. Identificación y selección de sectores para la presente investigación.....	55
4.2. Rutas actuales de recolección de residuos sólidos del sector 07 y sector 09	58
4.3. Optimización de rutas de recolección de residuos sólidos municipales.....	61
4.. Discusión	81
4.3. Proceso de prueba de hipótesis.	83
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
5.1. Conclusiones	98
5.2. Recomendaciones.	99
LISTA DE REFERENCIAS	100
6. ANEXOS	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: <i>Operacionalización de variables</i>	47
Tabla 2: <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	54
Tabla 3 <i>tabla de rutas actuales del sector 07 y sector 09</i>	59
Tabla 4 <i>rutas optimizadas del sector 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca.</i>	61
Tabla 5 <i>Puntos Críticos del Sector 07</i>	66
Tabla 6 <i>Puntos Críticos del Sector 09</i>	74
Tabla 7 <i>Resumen del procesamiento de datos del sector 07</i>	84
Tabla 8 <i>Resumen del procesamiento de datos del sector 09</i>	84
Tabla 9 <i>Resultados descriptivos de la muestra, distancia-tiempo sector 07</i>	85
Tabla 10 <i>Resultados descriptivos de la muestra distancia-tiempo sector 09</i>	87
Tabla 11 <i>Prueba de normalidad de las muestras pre-post distancia y tiempo sector 07.</i>	89
Tabla 12 <i>Prueba de normalidad de las muestras pre-post distancia y tiempo sector 09.</i>	90
Tabla 13 <i>Correlaciones no paramétricas post tiempo y post distancia, sector 07.</i>	91
Tabla 14 <i>Correlaciones no paramétricas post tiempo y post distancia, sector 09.</i>	92
Tabla 15 <i>Estadísticos de prueba de Wilcoxon de distancia, sector 07.</i>	94
Tabla 16 <i>Estadísticos de prueba de Wilcoxon de distancia, sector 09.</i>	94
Tabla 17 <i>Estadísticos de prueba de Wilcoxon de tiempo, sector 07.</i>	96
Tabla 18 <i>Estadísticos de prueba de Wilcoxon de tiempo, sector 09.</i>	96
Tabla 19 <i>Identificación de puntos críticos</i>	107
Tabla 20 <i>Tabla para identificar la ruta de cada sector</i>	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Representación gráfica de un diseño cuasi-experimental</i>	49
Figura 2: <i>Área de estudio sector 07</i>	50
Figura 3: <i>Área de estudio sector 09</i>	51
Figura 4 <i>Sector 07 Horacio Zevallos</i>	56
Figura 5 <i>informe de caracterización de residuos sector 07 Horacio Zevallos</i>	56
Figura 6 <i>Sector 09 Nuevo Cajamarca</i>	57
Figura 7 <i>informe de caracterización de residuos sector 09 Nuevo Cajamarca</i>	57
Figura 8 <i>Cuaderno de asignación de horarios y compactas para conductores.</i>	58
Figura 9 <i>Recorrido de recolección Sector 07</i>	59
Figura 10 <i>Recorrido de recolección Sector 09</i>	60
Figura 11 <i>Distancia actual y optimizada del sector 07 (km)</i>	641
Figura 12 <i>Tiempo actual y optimizado en (minutos) sector 07</i>	652
Figura 13 <i>Distancia actual y distancia optimizada sector 09</i> <i>(km)</i>	672
Figura 14 <i>Tiempo actual y optimizado en (minutos) sector</i> <i>09</i>	643
Figura 15 <i>Ruta actual del sector 07.</i>	64
Figura 16 <i>Datos obtenidos.</i>	65
Figura 17 <i>Waypoints sector 07.</i>	67
Figura 18 <i>Secciones determinadas por puntos críticos del sector 07.</i>	68
Figura 19 <i>Sector 07 optimizado.</i>	69
Figura 20 <i>Centros de Acopio sector 07</i>	70

Figura 21 <i>Centros de acopio referenciales.</i>	70
Figura 22 <i>Referencia de segregación de residuos</i>	71
Figura 23 <i>Recolección Selectiva del Sector 07.</i>	72
Figura 24 <i>Ruta actual del sector 09</i>	73
Figura 25 <i>Datos del sector 09</i>	74
Figura 26 <i>Waypoints sector 07.</i>	76
Figura 27 <i>Secciones determinadas por puntos críticos del sector 09</i>	77
Figura 28 <i>Sector 09 optimizado.</i>	78
Figura 29 <i>Centros de Acopio sector 09</i>	79
Figura 30 <i>Centros de acopio referenciales.</i>	79
Figura 31 <i>Referencia de segregación de residuos.</i>	80
Figura 32 <i>Recolección Selectiva del Sector 09</i>	81
Figura 33 <i>Registro de salida de la Compactadora sector 07 (MPC).</i>	109
Figura 34 <i>Configuración del GPS Garmin</i>	109
Figura 35 <i>Inicio del recorrido sector 07 en la compactadora (MPC)</i>	110
Figura 36 <i>Registro de datos de los recorridos en GPS Garmin.</i>	110
Figura 37 <i>Libreta de campo, Registro de puntos críticos sector 07.</i>	111
Figura 38 <i>Waypoint 01 sector 07 Salida de la compactadora.</i>	111
Figura 39 <i>Punto crítico, Waypoint 02 sector 07.</i>	112
Figura 40 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 03 sector 07.</i>	112
Figura 41 <i>Chatarrero, Waypoint 04 sector 07.</i>	113
Figura 42 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 05 sector 07.</i>	113
Figura 43 <i>Acumulación de autos, Waypoint 06 sector 07.</i>	114

Figura 44 <i>Acumulación de autos, Waypoint 07 sector 07.</i>	114
Figura 45 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 08 sector 07.</i>	115
Figura 46 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 09 sector 07.</i>	115
Figura 47 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 10 sector 07.</i>	116
Figura 48 <i>Punto crítico de acopio Recomendable, Waypoint 11 sector 07.</i>	116
Figura 49 <i>Punto crítico de acopio y acumulación de autos, Waypoint 12 sector 07.</i>	117
Figura 50 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 13 sector 07.</i>	117
Figura 51 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 14 sector 07.</i>	118
Figura 52 <i>Final del recorrido, Waypoint 15 sector 07.</i>	118
Figura 53 <i>Llenado de combustible, Waypoint 01 sector 09.</i>	119
Figura 54 <i>Inicio de recorrido, Waypoint 02 sector 09.</i>	119
Figura 55 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 03 sector 09.</i>	120
Figura 56 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 04 sector 09.</i>	120
Figura 57 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 05 sector 09.</i>	121
Figura 58 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 06 sector 09.</i>	121
Figura 59 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 07 sector 09.</i>	122
Figura 60 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 08 sector 09.</i>	122
Figura 62 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 09 sector 09.</i>	123
Figura 62 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 10 sector 09.</i>	123
Figura 63 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 11 sector 09.</i>	124
Figura 64 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 12 sector 09.</i>	124
Figura 65 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 13 sector 09.</i>	125
Figura 66 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 14 sector 09</i>	125

Figura 67 <i>Punto crítico de acopio, Waypoint 15 sector 09.</i>	126
Figura 68 <i>Final de recorrido, Waypoint 16 sector 09.</i>	126
Figura 69 <i>Inicio de ruta sector 09 en la compactadora (MPC)</i>	127
Figura 70 <i>Libreta de campo, Registro de puntos críticos sector 09.</i>	127
Figura 71 <i>Recorrido de nuevas rutas con planos referenciados de los sectores.</i>	128
Figura 72 <i>Toma de nuevos datos en GPS, sector 07.</i>	128
Figura 73 <i>Toma de nuevos datos en GPS, sector 09.</i>	129
Figura 74 <i>Gabinete, creación de nuevas rutas en ArcMap sector 07 y 09</i>	129

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento del problema

El programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2016) afirma que la gestión inadecuada de residuos se ha convertido en un problema no solo medioambiental, sino también de salud y económicos en todo el mundo. Cada año, se generan entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos urbanos mundialmente, y alrededor de 3.000 millones de personas carecen de acceso a instalaciones controladas de gestión de residuos. Así mismo, el aumento de población, urbanización y consumo indiscriminado, hace que PNUMA estime que el volumen de residuos generado en África y Asia se duplicará para el año 2030.

Para (OEFA, 2014), En el Perú existen diez rellenos sanitarios autorizados y en funcionamiento para una población que supera los treinta millones de habitantes. Esta situación demuestra que existen graves problemas que impiden la rápida implementación de infraestructuras para la adecuada disposición final de los residuos sólidos. Para superar estas dificultades, es necesario contar con la participación de todos los niveles del sector público, las empresas y organizaciones privadas y la ciudadanía en general.

La oferta de los bienes se ha incrementado significativamente durante los últimos años debido a las variaciones en los hábitos de consumo de las personas. Los bienes que se producían para durar mucho tiempo, hoy tienen vidas útiles más cortas, por lo que se genera una gran cantidad de residuos sólidos.

La gestión y manejo de los residuos sólidos no ha cambiado de la misma manera. Ello ha generado, en muchos casos, la ruptura del equilibrio entre el ecosistema y las actividades humanas. Para que los residuos sólidos no produzcan impactos negativos en el ambiente, deben gestionarse adecuadamente antes de proceder a su disposición final.

Según (INEI, 2020), en su anuario de estadísticas ambientales, el Perú generó anualmente 4 959 950, 9 (T/año) en el 2017; en el año 2018, 5 221 707,9 (T/año) y en el año 2019 5 447 333,0, (T/año) teniendo un aumento porcentual del 2017 al 2019 de 9.83% según sus estadísticas. Teniendo un promedio de 5 % anual de aumento en generación de residuos sólidos municipales, si a eso se le suma que tenemos muy pocos rellenos sanitarios autorizados, y mala gestión de residuos sólidos municipales sumada a la mala aplicación de los instrumentos de gestión ambiental establecidos por los órganos fiscalizadores, el panorama es preocupante.

En Cajamarca según (INEI, 2020), en el año 2017 se generó, 273.9 (T/día) y 99 967.2 (T/año) en comparación con el 2019 que se generó 279.3 (T/día) y 10 1927.3 (T/año). Por lo tanto, se tiene un aumento de 1.97 % de generación

de residuos sólidos domiciliarios diarios, así como un aumento porcentual de 1.96 % anual de generación de residuos sólidos domiciliarios, si a esto le sumamos que la región tiene 127 municipalidades de las cuales la frecuencia de recojo es del 32% diariamente y el 68 % es de una vez por semana a interdiaria, nos genera una problemática creciente y demandante. A esto hay que sumarle que de las 127 municipalidades 27 solamente llegan como destino final de los residuos sólidos recolectados a un relleno sanitario, el otro 79 % de municipalidades de la región de Cajamarca van a un botadero, por mala infraestructura no autorizada, mala recolección o en muchos casos no cuentan con rutas óptimas de recolección, y en algunos casos no se tiene información de alguna sistematización de las rutas de recolección de residuos sólidos, y mucho menos se tiene presente el artículo 11 de DL N°1278 de la ley de gestión de residuos sólidos domiciliarios. Todo esto engloba el problema determinante de esta investigación.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Optimizar las rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022, mediante la aplicación de sistemas de información geográfica.

1.3.2 Objetivos específicos:

Recopilar información sobre las rutas de la recolección de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca.

Optimizar las rutas de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca a través de software de sistemas de información geográfica para la recolección de residuos sólidos municipales.

Comparación de la eficiencia entre la ruta actual y las rutas optimizadas para la recolección selectiva de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca.

1.4 Justificación e importancia

Se consideró como gestión de los residuos sólidos urbanos al conjunto de operaciones que se realizan con ellos desde que se generan en los hogares y

servicios hasta la última fase en su disposición final. Abarca pues tres etapas: Depósito, recogida, transporte y disposición final. La sociedad hoy en día tiene un comportamiento consumista por lo que genera residuos sólidos de manera exponencial conllevando problemas de salud pública como la reproducción de ratas, moscas y otros transmisores de enfermedades, así como la contaminación del aire y del agua han sido relacionados con el almacenamiento, recogida y evacuación de los desechos sólidos. Y siendo una de las maneras de gestionar los residuos sólidos el uso de herramientas en sistemas de información geográfica, se plantea su utilización para el levantamiento de información en cada proceso de gestión.

La gestión de los residuos sólidos ha variado en los últimos años, respecto a las nuevas normativas que se han incorporado a la legislación ambiental, teniendo modificatorias significativas, con el reglamento del decreto legislativo N°1278, decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos DS N° 014-2017-MINAM; ya en el artículo 11, del mencionado decreto nos asevera el programa de segregación en fuente y recolección selectiva de residuos sólidos como un instrumento técnico, a través del cual se pueden formular estrategias para la segregación en fuente y el diseño de la recolección selectiva de los residuos sólidos generados en su jurisdicción. A si mismo tomando en consideración el artículo 30, 31 y 32 se planea determinar la gestión óptima del manejo de residuos sólidos municipales de la ciudad de Cajamarca.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.Fundamentos Teóricos de la investigación

2.1. Antecedentes Teóricos

Gran parte de las investigaciones sobre sistemas de información geográfica para la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales, el ámbito nacional e internacional, están orientadas en la optimización de rutas para recolección de residuos sólidos, más no, en el recojo selectivo. Incluso en el nivel local no existen investigaciones basadas en la optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales por sistemas de información geográfica.

En cuanto a los sistemas de información geográficos aplicados, en su mayoría usan ArcMap en versiones distintas, para aplicarlos en sus investigaciones.

Con respecto a la capacitación de segregación en fuente o recojo selectivo no se encontró ninguna investigación, y menos aplicada con sistemas de información geográfica, lo que se puede recopilar son los planes, guías, programas nacionales de algunas municipalidades que aplican la recolección selectiva, más no investigaciones que apliquen sistemas de información geográfica para recolección selectiva de los residuos sólidos municipales.

2.1.1 En el ámbito local existen investigaciones sobre aspectos técnicos así:

En su investigación “análisis de rutas en el recojo de residuos sólidos urbanos”: una revisión de la literatura científica en los últimos 5 años, no dice que en su presente revisión sistemática se enfoca en dar a conocer la información correspondiente que existe acerca del recojo de residuos sólidos urbanos. El desarrollo de la investigación se inició con la búsqueda de la información en las bases de datos Google Académico, Microsoft Academic Search, Alicia y Redalyc, considerando algunos criterios básicos como documentos que sean artículos científicos o tesis, en idioma español, inglés y portugués, publicados en los últimos cinco años y extraídos de una base de datos confiables, entre otros. Como resultado se obtuvieron 104 documentos que cumplen con todos los criterios establecidos. De los cuales, se puede decir que, el 40% pertenecen a Google Académico, 69% son artículos científicos, 22% son publicaciones del año 2016, 63% son de idioma español, 49% son investigaciones mixtas, 100% son residuos sólidos urbanos, 96% pertenecen al sector público, 76% son de contexto internacional y 75% hacen uso de herramientas o métodos. Después de haber revisado los documentos, se llegó a la conclusión que la eficiente recolección de residuos sólidos es fundamental para reducir el impacto ambiente y mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Por ello, existen métodos u herramientas que nos ayudan a optimizar la prestación de este servicio. (Castillo, 2020, p. 6)

2.1.2 En el ámbito nacional existen investigaciones sobre aspectos técnicos, basados en la optimización de rutas de recolección de residuos sólidos municipales por sistemas de información geográfica así:

Realizó una investigación que tuvo como título “GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS A TRAVES DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA EN EL DISTRITO DE HUANCVELICA,2017” que como objetivo fue, Gestionar los residuos sólidos a través de sistemas de información geográfica en el distrito de Huancavelica 2017 en metodología se empleó el método de la observación y levantamiento georreferencial, tipo aplicada, nivel descriptivo correlacional, de diseño no experimental; con una población de 3,1 km² y una muestra de 3,1 km² ; posteriormente se realizó la obtención de datos a través del instrumento de observación y trabajo de gabinete en el sistema de información geográfica ArcGis v.10.2. Obteniendo los resultados siguientes; el barrio de Santa Ana genera la mayor cantidad de residuos sólidos 10.163 kg/día, el cercado genera la menor cantidad de residuos sólidos 3.417,46 kg/día y el punto de acopio ubicado en la salida de Lircay recolecta la mayor cantidad de residuos sólidos 22.272 kg/mes; existen 12 puntos de acopio, de los cuales 9 punto se encuentra a cielo abierto y 3 puntos de acopio se ubican en contenedores; la mayor cantidad de residuos sólidos segregados en orgánicos e inorgánicos se encuentra en el Barrio de Santa Ana con 38.689,85 kg/mes y 23.846,65 kg/mes. La ruta de mayor kilometraje para la recolección se ubica en el barrio de Santa Ana con 8,703 km/día, y la de menor recorrido en Yananaco 6,747 km/día. El punto de

disposición temporal de residuos sólidos se ubica en el Ex Camal y el de disposición final en el km 8,5 de la ruta Huancavelica-Palca. Conclusión: la gestión los residuos sólidos a través de sistemas de información geográfica en el distrito de Huancavelica 2017 es viable de acuerdo a análisis contextual analítico. (Marin, 2018, p. 3)

La presente tesis tiene como título “Sistema de recojo de residuos sólidos domiciliarios y sus efectos ambientales y económicos en el distrito de Pocollay, 2020”, y tiene como objetivo la identificación de los lugares donde colocan de manera impropia los residuos sólidos domiciliarios procedentes de los pobladores y una propuesta de un nuevo diseño optimizado de nuevas rutas de recolección de recojo de los residuos sólidos domiciliarios para los camiones recolectores en el distrito de Pocollay, en la cual se aplicó el método del agente viajero para el desarrollo de la identificación de los puntos de vertederos formales e informales utilizando el instrumento GPS(Global Positioning System), identificándose un total de 54 vertederos formales y 13 vertederos informales por los diferentes sectores del distrito de Pocollay. Y en cuanto al diseño de las rutas otorgadas por la municipalidad se utilizó la herramienta AutoCAD y con la herramienta ArcGIS se optimizó cada ruta de los camiones compactadores, donde se redujo a 158,84 km diarios, además de optimizarse el consumo de combustible de 180 galones semanales por parte de los tres camiones recolectores a 95,3 galones semanales, generando un ahorro económico en el gasto del combustible y a su vez las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen en el cambio climático. (Ortega, 2020, p. 3)

(Bach Rruiz Liza, 2016) “Si bien es cierto en su investigación no se enfoca la utilización de herramientas SIG (sistemas de información geográfica), utilizan métodos como la sectorización de rutas y el modelo de optimización, para optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos”. (p. 1)

En su investigación de nombre “Propuesta de mejora para la gestión estratégica del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de los Olivos” refirió que tiene como objetivo de la investigación, busca mejorar la gestión de los residuos sólidos domiciliarios a través de la aplicación de herramientas de gestión estratégica que permitirán diagnosticar, planificar y diseñar una serie de lineamientos estratégicos que formarán parte de la Propuesta de Mejora para el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Los Olivos. Se ha abordado un desafío clave en el documento, como es el de realizar cambios estratégicos al Programa de estudio, que tendrá como estrategia principal la reducción de costos operativos del presupuesto del Programa con el fin de conseguir la sostenibilidad del mismo, y que impacte positivamente en el ahorro en el gasto del Servicio de Limpieza Pública de la Municipalidad Distrital de Los Olivos. Con dichos cambios, se logrará incrementar la cantidad recolectada de residuos sólidos domiciliarios reaprovecharles con el fin de mejorar la calidad de vida de la población olivense y el medio ambiente. Cabe resaltar, que la Propuesta de Mejora está considerando los dos escenarios en el que se desempeñaría el Programa: el de continuar o no con el Plan de Incentivos a

la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal (PI), el cual proporciona un bono económico por el cumplimiento de las metas establecidas por el Ministerio de Economía y Finanzas. Hasta la fecha, no se tiene información concluyente respecto a la continuidad de los incentivos a los gobiernos locales. La inversión máxima que realizó el Ministerio de Economía y Finanzas en el distrito de Los Olivos para el año 2014 es S/.2,045,018.00, y la meta establecida para al Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios representa el 20% del monto designado, esto es, S/. 409,003,60. Con el bono económico la Municipalidad distrital de Los Olivos podrá obtener mayores ingresos municipales para brindar, entre otros, un servicio de calidad en la limpieza de calles y jardines. La implementación de la estrategia demandará personal capacitado y comprometido con el buen desarrollo del Programa, así como también de los vecinos olivenses que deberán estar receptivos al tema de cuidado ambiental y participar activamente separando correctamente sus residuos sólidos en sus viviendas. La generación de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos para el año 2014 es de 266.67 ton/día siendo mayor que en el año 2013 la cual fue de 253.08 ton/día debido al incremento poblacional como también al aumento de la Generación Per Cápita de residuos sólidos. Entre los años 2012 y 2014, se realizó el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en el distrito, el cual dio como resultado que cada habitante genera 0.68 kg. /día para el año 2012, 0.69 kg/día para el año 2013 y 0.71kg/día para el año 2014. La basura no debe ser un problema, siempre y cuando se la gestione adecuadamente, y se asuma el cuidado del medio ambiente

como responsabilidad de todos (Renteria & Zeballos, 2015, p. 13)

2.1.3 En el ámbito internacional existen investigaciones sobre aspectos técnicos, basados en la optimización de rutas de recolección de residuos sólidos municipales por sistemas de información geográfica así:

En su ponencia del congreso nacional AMICA 2015, presento una investigación llamada “APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ETAPA DEL TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO FEDERAL Y ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO”. En cual detallo la problemática que atraviesa la zona metropolitana del valle de México, describiendo los gastos que cada día más altos en el transporte de los RSU hacia su disposición final, por lo tanto, es necesario que sean transportados de una manera más eficiente a los SDF (sin mencionar que es urgente que se impulsen más proyectos orientados a la minimización, reciclaje y tratamiento de los residuos). Una herramienta útil para la optimización de rutas de transporte de residuos es el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En este trabajo se generó una base de datos georreferenciada con información de estaciones de transferencia (ET), sitios de disposición final e información del SDF al cual están llegando las casi 13 mil toneladas de RSU que se generan en el DF. Mediante una herramienta de análisis de redes se generaron diferentes rutas para el transporte de RSU desde cada ET hacia cada SDF. Se obtuvieron más de 60 rutas de las cuales se eligió la mejor (basada en el criterio de “distancia mínima”) para cada estación de transferencia. Los resultados muestran que al menos ocho

de las doce estaciones de transferencia no están enviando sus residuos al SDF más cercano, lo que implica un gasto mayor por concepto de transporte de residuos. El trabajo concluye que es necesario reorganizar las rutas de transporte con el fin de hacer más eficiente el transporte en esta etapa que es la más costosa de un sistema de manejo integral y que representa hasta el 70% de los costos. (Gómez, Hiram, Robles, & Castro, 2015, p. 1)

(AGUIRRE., 2015) presenta una investigación de la optimización de rutas de recolección de desechos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG, en el cual, las rutas optimizadas, reducen los costos operativos de recolección, mejorarán el servicio a los usuarios, se reducirán las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera ya que se acortarán los viajes que realizarán los camiones recolectores desde su salida hasta su llegada al relleno sanitario. (p. 2)

En su investigación va más allá de optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos municipales, en esta investigación diseñan las nuevas rutas optimas mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), debido a que uno de los principales problemas que enfrenta el Canton Cayambe, de Quito, Ecuador, es el servicio de recolección de residuos sólidos, debido a que las rutas de recolección en la mayoría de los casos han sido creadas de forma intuitiva y no necesariamente se basan en un estudio técnico, lo que genera un incremento en el tiempo y gastos de operación. (Carrión, 2016, p. 12)

Para la elaboración del rediseño de las rutas se utilizó el software ArcGis 10.3 aplicando la herramienta Network Analyst – Vehicle Routing Problem (VRP), que permite modelar las redes de transporte, simulando un sistema vial de un área determinada con sus respectivos bloqueos y restricciones de circulación.

(AGUIRRE., 2015, p. 12)

Según Checa en su investigación “ Sistemas de información Geográfica aplicada a la optimización del servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios, el caso de la administración zonal Eloy Alfaro” nos refiere que, Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con sus diversas herramientas y funciones han sido un aporte para el desarrollo de la Geografía; la facilidad con la que permiten reunir, organizar, compartir y analizar la información espacial ha favorecido a la toma decisiones, la planificación, el análisis y la gestión de datos geográficos. Al ser un instrumento que permite la gestión del territorio, los SIG han perfeccionado sus funciones para ofrecer una mayor gama de soluciones a los requerimientos de los usuarios; entre estas destacan el transporte y la logística, temas claves en esta disertación. ESRI (Environmental System Research Institute), proveedor reconocido de Sistemas de Información Geográfica, en su página web, menciona que en este ámbito los SIG facilitarán el control del movimiento de los vehículos, ahorrarán los gastos operativos ocasionados por el desplazamiento vehicular y ayudará a la planificación de las rutas, obteniendo el máximo rendimiento de la flota. La recolección de residuos sólidos en las ciudades consiste en transportarlos desde el lugar donde han sido generados hasta el vehículo recolector, para luego

trasladarlos al sitio de disposición final (RACERO Y PÉREZ, 2006); esta actividad requiere de la utilización de una flota vehicular especializada, la cual necesita desplazarse por la ciudad en un tiempo establecido por lo que el diseño de las rutas es importante para una operación óptima. Uno de los principales problemas a los que se enfrentan las empresas que brindan este servicio, es la creación de rutas que permitan acceder a todo el territorio; en la mayoría de los casos, los recorridos se crean de forma intuitiva y no necesariamente se basan en un estudio técnico, lo que genera un incremento en el tiempo y gastos de la operación (MARQUEZ, 2010). En el Distrito Metropolitano de Quito, la Empresa Pública Metropolitana de Aseo EMASEO EP, es la empresa encargada de la recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios e industriales no peligrosos, atendiendo un total de 32 parroquias urbanas y 33 rurales. La Empresa Metropolitana de Aseo de Quito EMASEO EP, maneja una gran cantidad de información alfanumérica de cada uno de los servicios que presta, la misma que es gestionada de manera estadística, cuyos resultados se reflejan en los Indicadores de Gestión mostrados en su portal web. Sin embargo, el elemento espacial de dicha información no ha sido debidamente utilizado, por ello, la presente propuesta plantea incorporar el componente geográfico a los datos generados, apoyándose en un Sistema de Información Geográfica (SIG), con el cual se podrá organizar y administrar de una manera visual y dinámica los datos disponibles, esto podría facilitar la ejecución de varios procesos que se llevan a cabo en EMASEO EP. Además, esta investigación aplica las herramientas de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para optimizar el servicio de

recolección de residuos sólidos en la Zona Administrativa Eloy Alfaro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Para el desarrollo de esta disertación se tomaron en cuenta los Indicadores para el Gerenciamiento del Servicio de Limpieza Pública, elaborados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (CEPIS), en los cuales EMASEO EP basa su operación; igualmente se incorporarán los datos estadísticos del año 2012 generados sobre el servicio de recolección de residuos sólidos (RSU) a pie de vereda dentro de la Administración Zonal Eloy Alfaro. (Checa, 2013, p. 8,9)

En este proyecto se ha desarrollado una aplicación para el diseño de redes de recogida de Residuos Sólidos Urbanos, donde con la ayuda de un sistema de información Geográfica (SIG), apoyan en la localización de los contenedores, la estimación de la cantidad depositada en los mismos y la determinación de las rutas optimas de los recolectoresm que dependen de variables geográficas, pueden ser analizados con el SIG. (Garcia & Hita, 2009, p. 2)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Residuos sólidos

Los residuos pueden ser líquidos, gaseosos o sólidos. Bajo la denominación de residuos sólidos se agrupan solo los residuos que están en estado sólido, dejando fuera los que se encuentran en estado líquido y gaseoso. Se usa el término residuo sólido urbano para referirse a aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia. Estos residuos suelen ser producidos en los domicilios particulares (casas, apartamentos, etc.), las oficinas o las tiendas. (Bio. Javier Sanchez, 2020, p. 1) (inforeciclaje, 2021) los residuos sólidos, constituyen aquellos materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico. (p. 3)

Se componen principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. Todos estos residuos sólidos, en su mayoría son susceptibles de reaprovecharse o transformarse con un correcto reciclado. Los principales "productores" de residuos sólidos somos los ciudadanos de las grandes ciudades, con un porcentaje muy elevado, en especial por la poca conciencia del reciclaje que existe en la actualidad. (inforeciclaje, 2021, p. 3)

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados

por eventos naturales. (Ambiente, 2016, p. 1)

2.2.2 Gestión integral de residuos sólidos

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que la Gestión integral de residuos sólidos es Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos.

Según (Enèrgya.VM, 2017) La gestión de residuos es el conjunto de actividades necesarias para el tratamiento de los desechos, desde su generación, hasta su eliminación o reaprovechamiento.

Eso incluye la recogida de los residuos, su transporte, la gestión de los que son especialmente peligrosos, el reciclaje de los materiales aprovechables

2.2.3 Objetivos de la gestión de residuos

Con el tiempo, la gestión de residuos ha cobrado una gran importancia por motivos ecológicos y económicos.

Desde los primeros tiempos, en los que la gestión de los residuos se basaba en transportarlos a un lugar apartado y usar la incineración como método de destrucción, hemos pasado a todo un proceso de reciclaje.

Además, se ha mejorado la concienciación sobre la generación de residuos, lo que ha influido en el diseño de los productos, y el consumo de los mismos, para

generar menos desperdicio.

Por otro lado, las leyes con el objetivo de generar menos residuos, como cobrar las bolsas de plástico, o los planes para prohibir ese plástico en 2021 en la Unión Europea, han cambiado radicalmente la gestión de residuos.

De esta manera, los objetivos actuales de la gestión de residuos son:

- Minimizar en lo posible su generación.
- Reutilizar al máximo los materiales de esos residuos, mediante reciclaje.
- Concienciación y educación sobre la gestión de residuos.
- Mejorar el alcance de una gestión integral de residuos para que llegue a todas partes.
- Usar métodos de tratamiento y eliminación que permitan la recuperación de energía y creación de combustibles. Dos ejemplos del cumplimiento de estos objetivos son Suecia y Noruega, que llegan a ser importadores de basura para generar energía.

Dentro de estos objetivos, los más importantes son los de prevenir la generación de residuos y minimizarlos cuando se produzcan. A continuación, encontraríamos los de reaprovechar y reciclar al máximo para ahorrar materiales, generar energía y abono. Por último, estaría el de disponer de los residuos no reciclados de la forma menos dañina posible.

Como vemos, estos objetivos conectan con el concepto de Economía Circular, tan importante hoy día.

2.2.4 Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) menciona que, La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, procesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

2.2.5 Minimización

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que la minimización es la Acción de reducir al mínimo posible la generación de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.

2.2.6 Valorización

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que Valorización es Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética.

Minimización en la fuente

Según (gencat, 2012) refiere que minimizar residuos en fuente significa:

- Reducir la cantidad y/o peligrosidad de los residuos generados en su origen.
- Reciclar en origen (dentro de la fábrica) los residuos generados.

Este es el orden de prioridad en la selección de medidas de minimización, es decir, en primer lugar, deben considerarse aquellas medidas que consiguen la reducción de la cantidad y/o peligrosidad generada, y en segundo lugar, aquellas que consiguen el reciclaje en origen.

Existen múltiples opciones para minimizar los residuos. Algunas pueden suponer una inversión importante y otras tan sólo un cambio de hábitos.

2.2.7 Recolección selectiva de residuos sólidos

La recogida selectiva de residuos es la sistemática para obtener productos separados, limpios y con alto nivel de valorización.

Se denomina recogida selectiva a la separación en origen, de forma consecuyente y voluntaria de las diversas fracciones que componen los residuos urbanos, y es una de las vías más importantes para conseguir el reciclado y recuperación de estos productos. Los métodos industriales, cuyo objetivo es separar de forma mecánica los componentes de los residuos domésticos, obtienen productos contaminados que merman su valor comercial de forma importante, precisan costos elevados de operación y producen altos porcentajes de rechazo, lo que hace que su utilización

sea muy discutible. La recogida selectiva en origen es más sencilla y, sobre todo, responde a la voluntad del ciudadano de entregar residuos con alto potencial de recuperación real. (AMBIENTUM, 2020)

Las líneas maestras de la recogida selectiva se centran en:

- Reducir la producción general de residuos.
- Aprovechar y recuperar todo lo posible.
- Gestionar de forma controlada la eliminación de las fracciones restantes

2.2.8 Programa de Segregación en la fuente y recolección selectiva de Residuos Sólidos.

Según el DS. N° 014-2017-MINAM refiere que, El Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos es un instrumento técnico elaborado por las municipalidades, a través del cual se formulan estrategias para la segregación en fuente y el diseño de la recolección selectiva de los residuos sólidos generados en su jurisdicción, teniendo en consideración un enfoque que incluya la participación de las organizaciones de recicladores formalizados

2.2.9 Sistemas de Información Geográfica

Su informe técnico “Breve Introducción a la Cartografía y a los sistemas de información Geográfica (SIG)” describe que, Un SIG se puede definir como aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que nos permite combinar eficazmente información básica para obtener información derivada.

Para ello, contaremos tanto con las fuentes de información como con un conjunto

de herramientas informáticas (hardware y software) que nos facilitarán esta tarea; todo ello enmarcado dentro de un proyecto que habrá sido definido por un conjunto de personas, y controlado, así mismo, por los técnicos responsables de su implantación y desarrollo. En definitiva, un SIG es una herramienta capaz de combinar información gráfica (mapas) y alfanumérica (estadísticas...) para obtener una información derivada sobre el espacio. (Bravo, 2015, p. 10)

(Preciado, 2020, p. 19) en su libro nos describe que es difícil dar con una definición precisa y única de este tipo de sistemas, hasta el punto que cada autor parece ofrecernos una diferente. El panorama de algunas definiciones, que los principales manuales sobre el tema existentes en el mercado nos proponen, podría servir para extraer los caracteres más relevantes de este concepto, es así que de los antecedentes procedentes de su investigación nos refiere que desde su punto de vista los sistemas de información geográfica como herramientas informáticas, capaces de gestionar y analizar la información georreferenciada, con vistas a la resolución de problemas de base territorial y medioambiental. El primero de los términos pondría el acento en el carácter computarizado del tratamiento de la información. Se trataría, por tanto, de la realización de operaciones automáticas a través de los ordenadores. En segundo lugar, merece destacarse que se dirige a la gestión, análisis y modelización de información geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con sus diversas herramientas y funciones han sido un aporte para el desarrollo de la Geografía; la facilidad con la que permiten reunir, organizar, compartir y analizar la información espacial ha

favorecido a la toma de decisiones, la planificación, el análisis y la gestión de datos geográficos. Al ser un instrumento que permite la gestión del territorio, los SIG han perfeccionado sus funciones para ofrecer una mayor gama de soluciones a los requerimientos de los usuarios; entre estas destacan el transporte y la logística, temas claves en esta disertación. ESRI (Environmental System Research Institute), proveedor reconocido de Sistemas de Información Geográfica, en su página web, menciona que en este ámbito los SIG facilitarán el control del movimiento de los vehículos, ahorrarán los gastos operativos ocasionados por el desplazamiento vehicular y ayudará a la planificación de las rutas, obteniendo el máximo rendimiento de la flota. (Checa, 2013, p. 8)

a. Funciones de los SIG en la recolección de residuos sólidos:

Según (Checa, 2013, p. 9) en sus tesis “Sistemas de información Geográfica aplicada a la optimización del servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios, el caso de la administración zonal Eloy Alfaro” nos refiere que la función de los SIG es generar la información sobre el servicio de recolección de RSU a pie de vereda en la zona de estudio, la cual se aplica en el rediseño de las rutas.

(Checa, 2013) “Con la integración de estos elementos y las aplicaciones del software ArcGIS 9.3.1, se obtuvo como resultado las nuevas rutas del servicio de recolección a pie de vereda en la Administración Zonal Eloy Alfaro”. (p. 9)

La herramienta Network Analyst y su aplicativo New Vehicle Problem se utilizó como una alternativa para la elaboración de las microrutas del servicio de

recolección de RSU a pie de vereda de la Administración Zonal Eloy Alfaro que brinda EMASEO EP.

La generación de estas microrutas requirió de un proceso previo de análisis de la situación actual del modelo de recolección de RSU, el cual permitió conocer los elementos que forman parte de este modelo y como es su operación en conjunto; para finalmente identificar sus principales problemas.

b. Softwares SIG existentes en el mercado:

Según (Preciado, 2020) las empresas con los distintos softwares son:

- Blue Marble Geografics
- CARIS
- Cervera Center
- Chart Write
- Digis21
- EOSGIS
- Qgis
- ESRI
- Infocarto
- AGIS
- ArGiss
- ArcMap
- ArcVew
- EMAGIS
- ER Mapper
- Multi Gis
- MDtop
- IDRISI, entre otros

2.3. Discusión teórica

La investigación está orientada a la optimización de rutas de recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022. En la investigación de (Quezada & León, 2019) plantea una metodología para elaboración del rediseño de la ruta de recolección y barrido fue por medio del software ArcGIS 10.1., aplicando herramientas como: “Network DataShape y Network Analyst” para el caso del diseño de la ruta de recolección de los residuos sólidos urbanos, estas herramientas permiten la optimización de rutas de distancia y tiempo.

(Cabrera & Arevalo, 2022). Muestra una metodología que consiste en determinar las 4 rutas actuales de residuos sólidos municipales en el distrito de Moche, luego diseñar las rutas de recolección, y finalmente comparar las rutas propuestas con las actuales para calcular la eficiencia de estas, resultando optimo la utilización de los SIG, donde reduce tiempo, la distancia y también los costos de operatividad.

(Villegas, 2021) en su investigación de aplicación de un sistema de información geográfico para determinar la superficie degradada por el avance de la explotación minera en el distrito de Ilabaya, utiliza las imágenes satelitales para el procesamiento de sus datos, donde a través de los SIG realiza un estudio de un área afectada por la actividad minera, resultando 98,219% de área afectada del lugar de estudio.

Así mismo (Diana Encizo Gómez, 2018) Para la creación de rutas una vez generada la red en el programa ArcGIS (ArcMap), nos muestra que se generan las rutas mediante la herramienta Network analyst (análisis de redes) Como resultado se genera una ruta con información como longitud calculada, asignación de colores, simbología, etc. Para determinar la ruta óptima entre las que se obtienen, se considera otro parámetro: altitud. Para ello se usa las capas en formato vectorial de curvas de nivel de la Zona, clasificando la información por rangos de altitud mediante un color asignado a cada rango. De esta manera se puede distinguir visualmente la diferencia de altitud en diferentes sitios; se sobreponen las capas anteriores con la última para seleccionar aquellas rutas que, además de menores distancias, presenten menores cambios de altitud.

2.4. Definición de Términos Básicos

2.4.1 Residuos:

Según el D.S N° 057-2004-PCM Son aquellas sustancias, productos o subproductos de naturaleza sólida o semisólida, descartados por el hombre y que deben ser tratados de manera eficiente a través de un sistema que incluya, según corresponda, una serie de tratamientos para su disposición final. Este proceso se debe llevar a cabo según lo establecido por la normatividad nacional, debido a los riesgos que causan a la salud y el ambiente.

2.4.2 Minimización:

Según el D.S N° 057-2004-PCM Este proceso implica reducir a lo mínimo posible el volumen y la peligrosidad de los residuos sólidos generados, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento o técnica utilizada durante las actividades operativas.

2.4.3 Recolección:

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que recolección es la Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado, y luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

2.4.4 Recolección Selectiva:

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que la recolección selectiva es la Acción de recoger apropiadamente los residuos que han sido previamente segregados o diferenciados en la fuente, con la finalidad de preservar su calidad con fines de valorización.

2.4.5 Reciclaje:

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que el reciclaje es, Toda actividad que permite reaprovechar un residuo mediante un proceso de transformación material para cumplir su fin inicial u otros fines

2.4.6 Residuos Municipales:

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que Residuos Municipales son Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción.

2.4.7 Segregación:

Según el DL N° 1278 (Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos) en su anexo de definiciones menciona, que Segregación es la Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.

2.4.8 Rutas de recolección de residuos sólidos

Son Caminos establecidos o previstos para recolectar residuos sólidos.

a. Rutas desde el enfoque SIG

Según (Preciado, 2020) Los SIG pueden dar respuesta a cuestiones tales como:

¿Cuál es la ruta óptima para la construcción de una carretera, conocidas las características del territorio (litología, topografía, especies vegetales a proteger etc.), de forma que se evalúe el camino más adecuado, desde el punto de vista de la minimización de los costos ambientales y de construcción?

b. Horarios de recolección.

Son Horarios establecidos o determinados para recolectar residuos sólidos.

2.5. Hipótesis

H1: Los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022

H0: Los sistemas de información geográfica (ArcMap) no permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022

a. Operacionalización de las variables

I: Sistemas de información Geográfica

D: optimización de rutas y recojo selectivo

Tabla 1:

Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicador	Dimensión	Ítem	Instrumento
I	Sistemas de información Geográfica	Coordenadas UTM, líneas, poli líneas, imágenes satelitales, etc.	Georreferenciación, actualización de la información vectorial, puntos de muestreo y Waypoints.	Shapefile, tabla de atributos, tacks GPS, imágenes Satelitales, etc.	ArcMap 10.4.1, Sas.Planet, MapSource, GPS
D	Optimización de rutas y recojo selectivo	1000 kg 2000 kg	Generación	Kg / Día	Datos estadísticos y balanza
		Papel, plástico, vidrio, mascarilla etc.	Segregación	-Residuos recuperables -Residuos no recuperables	ArcMap 10.4.1, Sas.Planet, MapSource, GPS
		24 horas 10 km	trasporte	Horas Km	Guías de ruta, data base estadística

Fuente: *Elaboración propia.*

CAPÍTULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología

La presente investigación tiene un enfoque mixto, entre un enfoque cuantitativo y cualitativo debido a los datos recopilados de una unidad de análisis y de las cualidades de estos mismos. Es así que se recopilaron datos estadísticos y Así mismo cualidades de estos como caracterización de residuos, temas de segregación en fuente etc. (Sampieri Hernández, 2003)

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se usó para el presente proyecto, es de tipo aplicativo, ya que se analiza cómo afecta la variable independiente sobre la dependiente. (Roberto Hernandez, 2006)

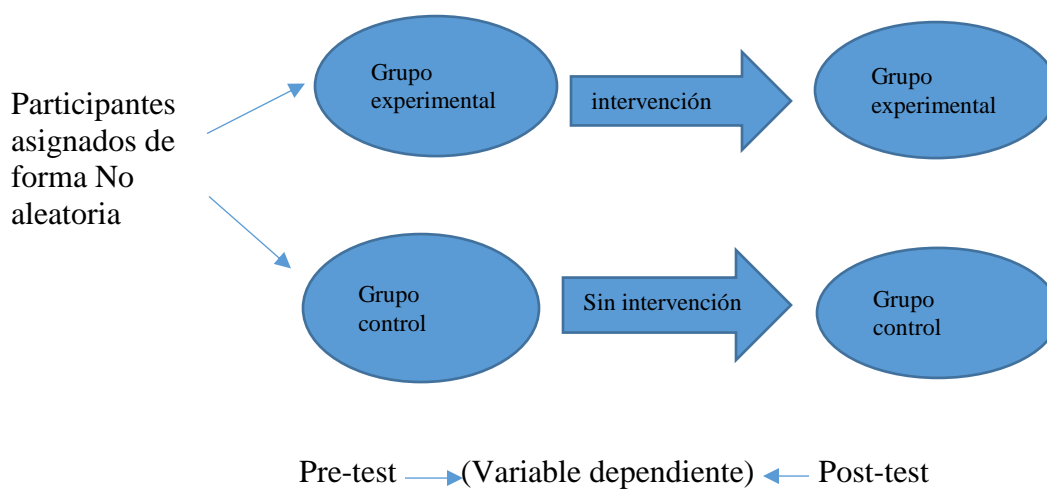
3.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es un diseño cuasi-experimental ya que, también manipulamos deliberadamente la variable independiente para observar su efecto y relación con la variable dependiente, así se detectó, identifico, precisó y simuló las condiciones óptimas del sistema de recojo de residuos sólidos municipales y su recolección selectiva, y se estableció e implementó las estrategias pertinentes para mejorar la eficiencia del servicio. (Fernández Paula, 2014)

La característica de este tipo de investigación es la asignación no aleatoria en los grupos de intervención. (Galarza, 2021)

Figura 1:

Representación gráfica de un diseño cuasi-experimental.



3.4 Área de estudio

El estudio se ejecutó en los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca.

Figura 2:

Área de estudio sector 07.

El sector 07 de la ciudad de Cajamarca comprende:

Inicio de recorrido: intersección de Jr. Las hortensias y Jr. Ayacucho.

Fin de recorrido: Jr. Alfonso la torre.

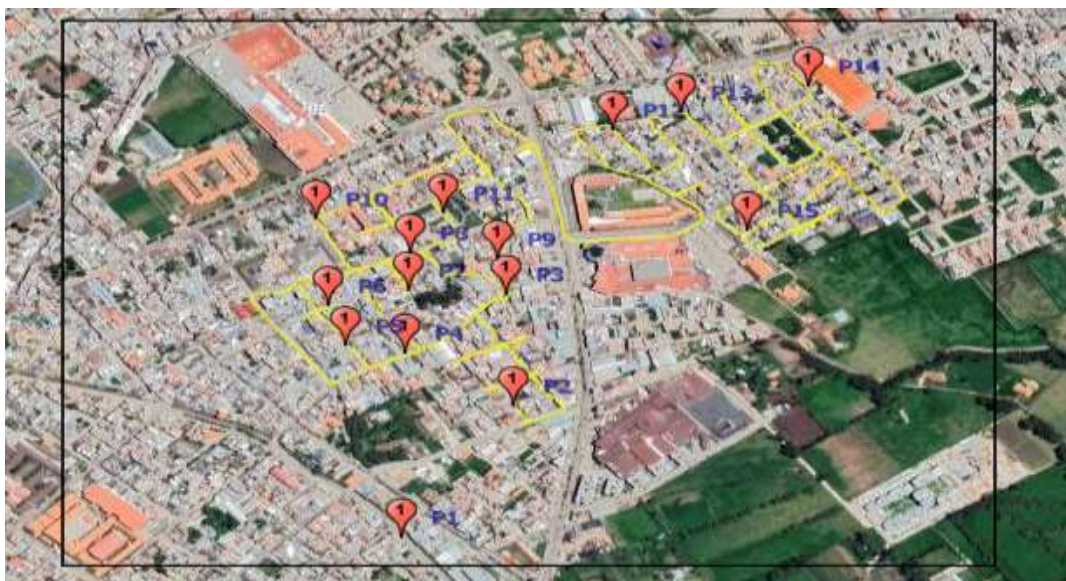


Figura 3:

Área de estudio sector 09.

El sector 09 de la ciudad de Cajamarca comprende:

Inicio de recorrido: intersección de Jr. La historia y Av. San Martín de Porres C-1

Fin de recorrido: intersección de Av. Nuevo Cajamarca y Tahuantinsuyo C-3



La figura 3 y figura 4 muestran las áreas de influencia que tiene el proyecto y la posterior optimización de las rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

a. Unidad de análisis, universo y muestra**Unidad de análisis:**

Las rutas la recolección selectiva de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y sector 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

Universo:

Las rutas de recolección de residuos sólidos municipales de la ciudad de Cajamarca 2022.

Muestra: Las rutas:

La recolección selectiva de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y sector 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

b. Métodos de investigación

El método que se utilizó fue deductivo, ya que partimos de distintas premisas generales para extraer conclusiones lógicas. (Equipo editorial, Etecé , 2021)

Se aplicó el método de la Observación, el cual consistió en el levantamiento de información relevante de los sistemas de recolección de residuos sólidos municipales para los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca, para posteriormente realizar la compilación y análisis a través de sistemas de información geográfica con sus diferentes herramientas.

Cuantitativo; Porque a través de los diferentes softwares facilita la representación de fenómenos observados, generando datos estadísticos, para la toma de decisiones.

Cualitativo; Porque a través de diferentes instrumentos caracterizamos la recolección selectiva de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca. Instrumentos.

Materiales, instrumentos y métodos

i. Materiales en Gabinete:

- Laptops
- ArcGis 10.4.1
- SasPlanet
- MapSource
- Memoria GPS
- Libreta de campo
- Memoria USB
- Impresora
- Planos impresos en A3

ii. Materiales en Campo:

- GPS Garmin
- Libreta de Campo
- Cámara fotográfica
- Movilidad
- Plano en A3
- Lapiceros
- Celular

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 2:

Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Instrumento	Descripción
Observación	Fichas de ruta y caracterización	Se registró la información obtenida por la ficha de ruta y caracterización de residuos sólidos y el GPS
Levantamiento Georreferencial	ArcGis 10.4.1 SasPlanet MapSource GPS Trackmarker DNRGPS GPS	<p>El instrumento de GPS se empleó, para identificar las coordenadas geográficas y establecer el recorrido de los vehículos y caracterizar sus puntos críticos.</p> <p>Sasplanet, se usó como descarga de imágenes satelitales para determinar puntos específicos de la ciudad en la recolección selectiva de los residuos sólidos municipales.</p> <p>MapSource, GPS Trackmarker, DNRGPS Se usó para el procesamiento de la base datos del GPS.</p> <p>El ArcGis 10.4.1, se empleó para la compilación, análisis y salida de datos.</p>

3.6 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Después de obtener los datos de la investigación, la cual se desarrolló de forma in - situ y ex – situ. Podemos inferir que el análisis estadístico de la presente investigación se desarrollará mediante el software estadístico SPSS, previamente una prueba de normalidad para datos paramétricos y no paramétricos, concluyendo con una prueba estadística de Wilcoxon.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1. Identificación y selección de sectores para la presente investigación

Para la identificación de los sectores a ser evaluados, partimos de la premisa impuesta por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, la cual tenía ya definidas las rutas y sectores para la recolección de residuos sólidos municipales.

Además de haber realizado un proceso de caracterización de residuos sólidos municipales de los Sectores 07 el cual pertenece a la dependencia de Horacio Zevallos y el sector 09 que pertenece a la dependencia de Nuevo Cajamarca específicamente, ya realizada por dicha dependencia.

Figura 4

Sector 07 Horacio Zevallos.

2.2. Determinación de número de muestra no domiciliarios y especiales.

Considerando la extensión y abundancia del sector comercial, el equipo técnico ha decidido incluir a comercios considerando el tipo de actividad y área de los establecimientos para obtener una proporción representativa de la muestra.

Imagen N° 01: delimitación de las muestras de estudio.



2.2.1. Identificación de las principales actividades económicas de la zona de acuerdo al índice de usos

Fuente: MPC

Figura 5:

Informe de caracterización de residuos sector 07 Horacio Zevallos.



INTRODUCCIÓN

El presente Informe del Estudio de Caracterización de Residuos sólidos Municipales - ECRSM en la Urbanización Horacio Zevallos, es una herramienta base para obtener información primaria de las características de los residuos sólidos del ámbito municipal, conformado por los residuos sólidos de fuente de generación domiciliaria y la fuente de generación no domiciliaria como son los comercios, restaurantes, entre otros similares.

El interés de contar con el informe del ECRSM, es poder tomar decisiones acertadas en la gestión y manejo, a partir de un diseño técnico adecuado del almacenamiento público, recolección, transporte y disposición final, así como proponer e implantar acciones o estrategias de reciclaje para los residuos inorgánicos reaprovechables en la zona.

Su desarrollo se da en marco del cumplimiento de la Meta 3: Actividad 1 Valorización de los residuos sólidos inorgánicos municipales domiciliarios en las viviendas urbanas del sector según los porcentajes categorizados para municipalidades, correspondiente al Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal del año 2021, promovida por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), coordinada en este caso por el MINAM.

Dicho estudio ha permitido obtener resultados de la generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos Municipales, la composición.

Fuente: MPC

Figura 6:

Sector 09 Nuevo Cajamarca.

Imagen N° 01: delimitación de muestras de estudio.



Fuente: Google Earth

Fuente: MPC

Figura 7:

Informe de caracterización de residuos sector 09 Nuevo Cajamarca.



Fuente: MPC

Es así que podemos identificar que el sector 07 y sector 09 como principales dependencias para captar una muestra real de la problemática de la ciudad. Teniendo una muestra interna de la ciudad y una muestra de los alrededores. Basándonos en estos datos obtenidos por la MPC, identificamos los sectores a investigar en el presente proyecto.

4.2. Rutas actuales de recolección de residuos sólidos del sector 07 y sector 09

Actualmente cuentan con una ruta por cada sector, que son recorridas por compactas, siendo un total de 2 carros recolectores, con un conductor y dos personas de apoyo por compacta.

Teniendo horarios, y conductores designados para cada sector.

Figura 8:

Cuaderno de asignación de horarios y compactas para conductores.

SECTOR	HORARIO	CONDUCTOR
1. Sector 07	5:30	[Handwritten Name]
2. Sector 08	5:30	[Handwritten Name]
3. Sector 09	5:30	[Handwritten Name]
4. Sector 10	5:30	[Handwritten Name]
5. Sector 11	5:30	[Handwritten Name]
6. Sector 12	5:30	[Handwritten Name]
7. Sector 13	5:30	[Handwritten Name]
8. Sector 14	5:30	[Handwritten Name]
9. Sector 15	5:30	[Handwritten Name]
10. Sector 16	5:30	[Handwritten Name]
11. Sector 17	5:30	[Handwritten Name]
12. Sector 18	5:30	[Handwritten Name]
13. Sector 19	5:30	[Handwritten Name]
14. Sector 20	5:30	[Handwritten Name]
15. Sector 21	5:30	[Handwritten Name]
16. Sector 22	5:30	[Handwritten Name]
17. Sector 23	5:30	[Handwritten Name]
18. Sector 24	5:30	[Handwritten Name]
19. Sector 25	5:30	[Handwritten Name]
20. Sector 26	5:30	[Handwritten Name]
21. Sector 27	5:30	[Handwritten Name]
22. Sector 28	5:30	[Handwritten Name]
23. Sector 29	5:30	[Handwritten Name]
24. Sector 30	5:30	[Handwritten Name]
25. Sector 31	5:30	[Handwritten Name]
26. Sector 32	5:30	[Handwritten Name]
27. Sector 33	5:30	[Handwritten Name]
28. Sector 34	5:30	[Handwritten Name]
29. Sector 35	5:30	[Handwritten Name]
30. Sector 36	5:30	[Handwritten Name]
31. Sector 37	5:30	[Handwritten Name]
32. Sector 38	5:30	[Handwritten Name]
33. Sector 39	5:30	[Handwritten Name]
34. Sector 40	5:30	[Handwritten Name]
35. Sector 41	5:30	[Handwritten Name]
36. Sector 42	5:30	[Handwritten Name]
37. Sector 43	5:30	[Handwritten Name]
38. Sector 44	5:30	[Handwritten Name]
39. Sector 45	5:30	[Handwritten Name]
40. Sector 46	5:30	[Handwritten Name]
41. Sector 47	5:30	[Handwritten Name]
42. Sector 48	5:30	[Handwritten Name]
43. Sector 49	5:30	[Handwritten Name]
44. Sector 50	5:30	[Handwritten Name]
45. Sector 51	5:30	[Handwritten Name]
46. Sector 52	5:30	[Handwritten Name]
47. Sector 53	5:30	[Handwritten Name]
48. Sector 54	5:30	[Handwritten Name]
49. Sector 55	5:30	[Handwritten Name]
50. Sector 56	5:30	[Handwritten Name]
51. Sector 57	5:30	[Handwritten Name]
52. Sector 58	5:30	[Handwritten Name]
53. Sector 59	5:30	[Handwritten Name]
54. Sector 60	5:30	[Handwritten Name]
55. Sector 61	5:30	[Handwritten Name]
56. Sector 62	5:30	[Handwritten Name]
57. Sector 63	5:30	[Handwritten Name]
58. Sector 64	5:30	[Handwritten Name]
59. Sector 65	5:30	[Handwritten Name]
60. Sector 66	5:30	[Handwritten Name]
61. Sector 67	5:30	[Handwritten Name]
62. Sector 68	5:30	[Handwritten Name]
63. Sector 69	5:30	[Handwritten Name]
64. Sector 70	5:30	[Handwritten Name]
65. Sector 71	5:30	[Handwritten Name]
66. Sector 72	5:30	[Handwritten Name]
67. Sector 73	5:30	[Handwritten Name]
68. Sector 74	5:30	[Handwritten Name]
69. Sector 75	5:30	[Handwritten Name]
70. Sector 76	5:30	[Handwritten Name]
71. Sector 77	5:30	[Handwritten Name]
72. Sector 78	5:30	[Handwritten Name]
73. Sector 79	5:30	[Handwritten Name]
74. Sector 80	5:30	[Handwritten Name]
75. Sector 81	5:30	[Handwritten Name]
76. Sector 82	5:30	[Handwritten Name]
77. Sector 83	5:30	[Handwritten Name]
78. Sector 84	5:30	[Handwritten Name]
79. Sector 85	5:30	[Handwritten Name]
80. Sector 86	5:30	[Handwritten Name]
81. Sector 87	5:30	[Handwritten Name]
82. Sector 88	5:30	[Handwritten Name]
83. Sector 89	5:30	[Handwritten Name]
84. Sector 90	5:30	[Handwritten Name]
85. Sector 91	5:30	[Handwritten Name]
86. Sector 92	5:30	[Handwritten Name]
87. Sector 93	5:30	[Handwritten Name]
88. Sector 94	5:30	[Handwritten Name]
89. Sector 95	5:30	[Handwritten Name]
90. Sector 96	5:30	[Handwritten Name]
91. Sector 97	5:30	[Handwritten Name]
92. Sector 98	5:30	[Handwritten Name]
93. Sector 99	5:30	[Handwritten Name]
94. Sector 100	5:30	[Handwritten Name]

Fuente: MPC

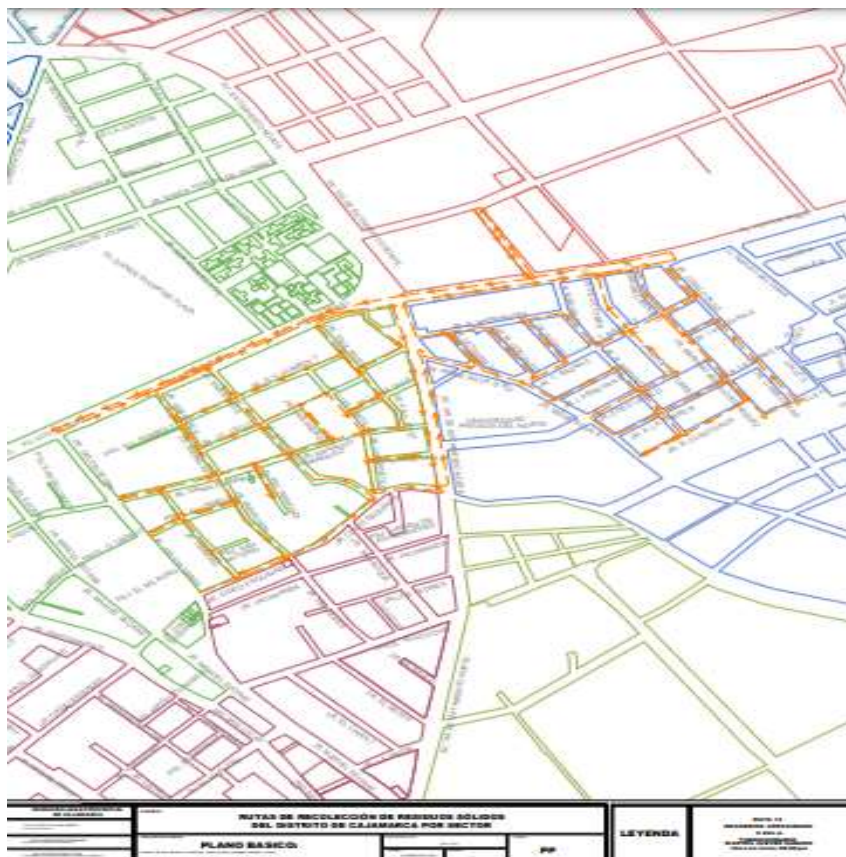
Tabla 3:

Tabla de rutas actuales del sector 07 y sector 09.

Sectores	Distancia	Tiempo
Sector 07	15.13 km	6 h 14' 06"
Sector 09	10.4 km	4h 21' 31"

Figura 9:

Recorrido de recolección Sector 07.



Fuente: MPC

Figura 10

Recorrido de recolección Sector 09.



Fuente: MPC

4.3. Optimización de rutas de recolección de residuos sólidos municipales

Con las herramientas de sistemas de información geográfica, se pudo optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos, reduciendo en tiempo y distancia por cada sector de recorrido, como se puede apreciar en la siguiente tabla y las siguientes imágenes.

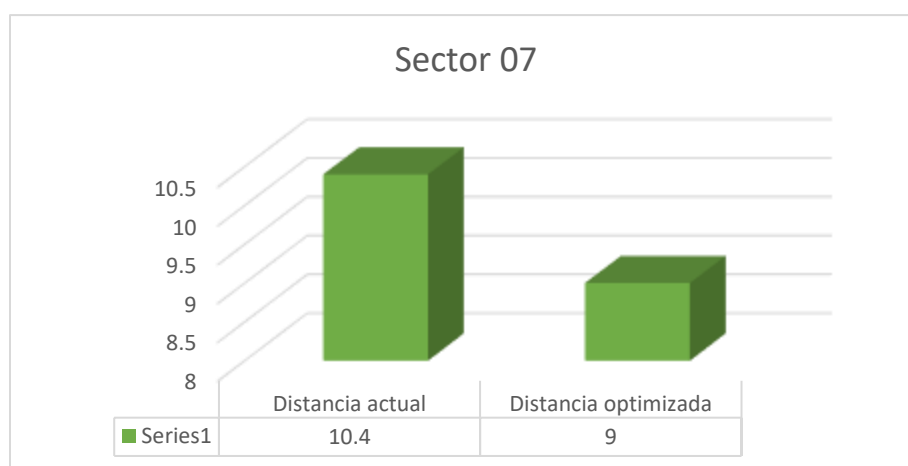
Tabla 4:

Rutas optimizadas del sector 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca.

Sectores	Distancia	Tiempo
Sector 07	11.35 km	3 h 17' 40"
Sector 09	9 km	2h 24' 36"

Figura 11

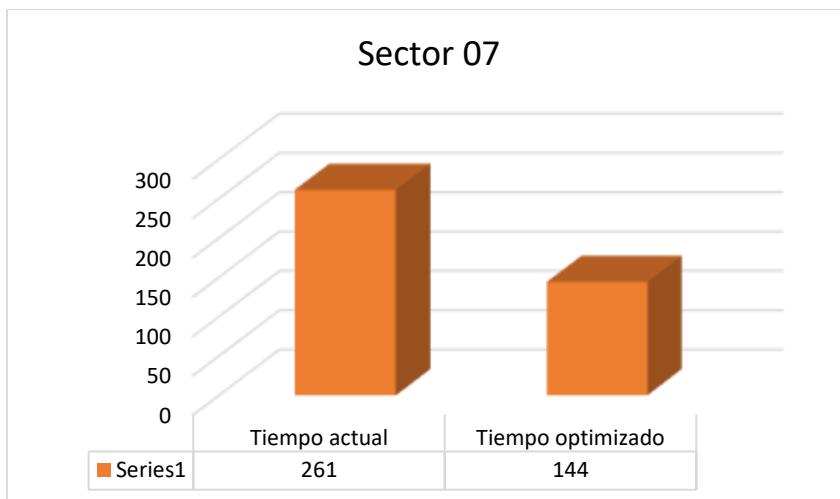
Distancia actual y optimizada del sector 07 (km)



Muestra la representación de la distancia actual 15,3 km y la distancia optimizada de 11,35 km respectivamente en el sector 07.

Figura 12

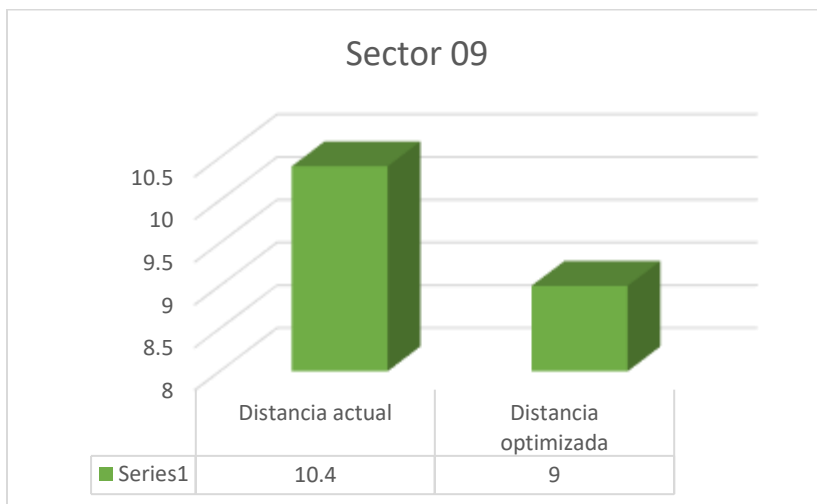
Tiempo actual y optimizado en (minutos) sector 07



Muestra la representación del tiempo actual de 374 minutos y la distancia optimizada de 197 minutos respectivamente en el sector 07.

Figura 13

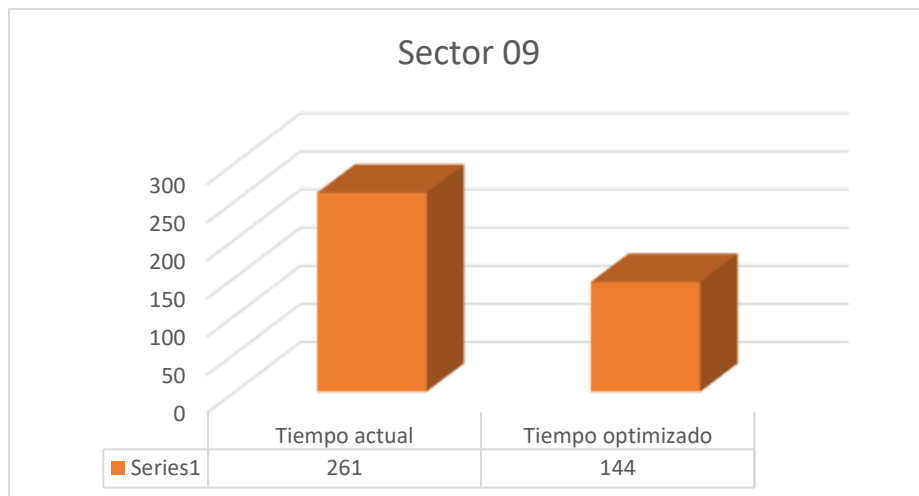
Distancia actual y distancia optimizada sector 09 (km)



Muestra la representación de la distancia actual 10,4 km y la distancia optimizada de 9 km respectivamente en el sector 09.

Figura 14

Tiempo actual y optimizado en (minutos) sector 09



Muestra la representación de tiempo actual 261 minutos y de tiempo optimizado de 144 minutos respectivamente en el sector 09.

4.3.1. Optimización de rutas de recolección de residuos sólidos del sector 07

Con la ayuda de un sistema de **Global Positioning System (GPS)** Se procedió a recorrer la ruta actual determinada por la municipalidad provincial de Cajamarca con la cual obtuvimos datos reales de los recorridos actuales.

Figura 15:

Ruta actual del sector 07.

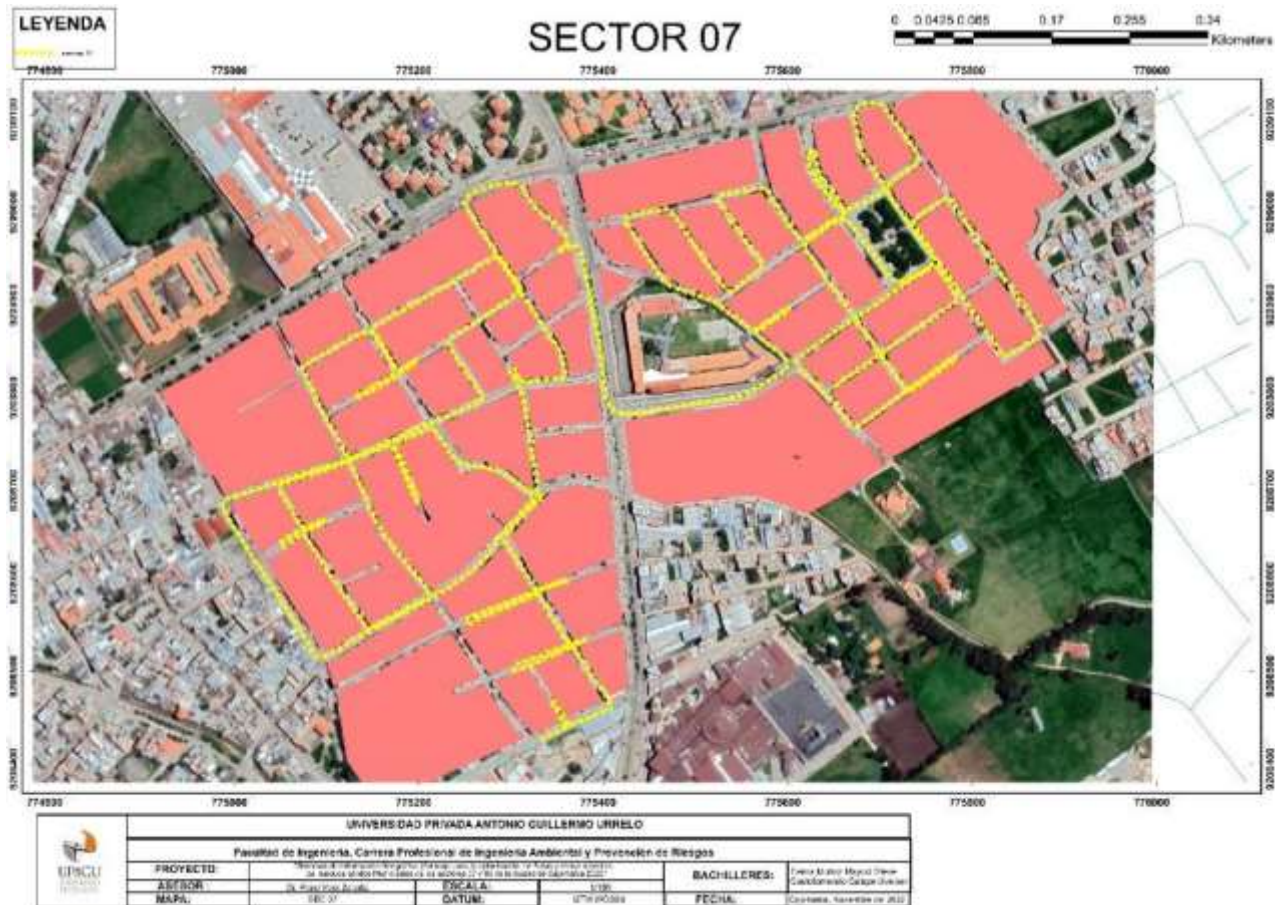
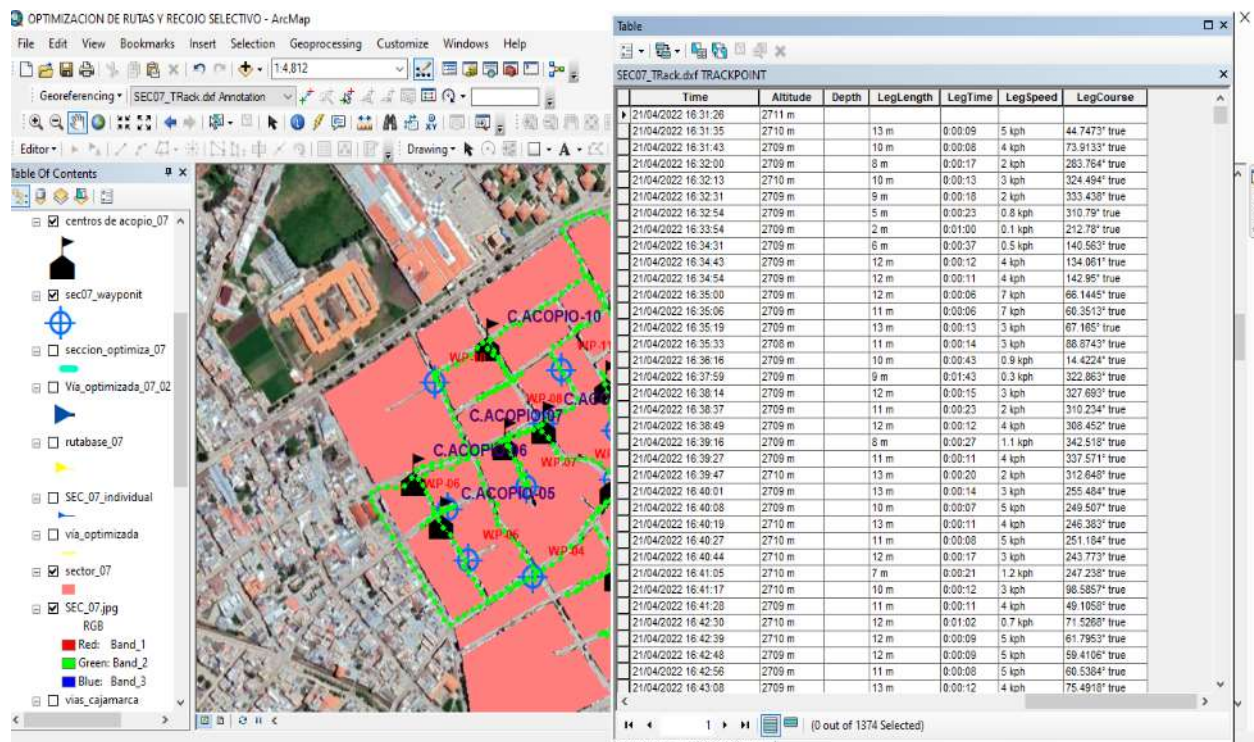


Figura 16:

Datos obtenidos.



El sector inicia: Jr. Amancaes intersección Jr. Ayacucho.

A partir del levantamiento de estos datos, pudimos obtener puntos críticos que nos permitieron seccionar la ruta para empezar nuestra optimización.

Tabla 5:*Puntos Críticos del Sector 07.*

SECTOR 07		
WAYPOINTS	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
01	Jr. Fraternidad + Av. El maestro	Inicio de recorrido
02	Las Hortencias	Acumulación de autos
03	Jr. San Roque + Jr. cinco esquinas	Punto crítico de acopio
04	Jr. Cinco esquinas (c-14)	Combinación de residuos (chatarrero)
05	Jr. Trinidad	Punto crítico de acopio
06	Jr. Urrelo (C -16)	Acumulación de autos
07	Antonio Raymondi	Acumulación de autos
08	Arnaldo Marquez + Jr. San Roque	Punto crítico de acopio
09	Jr. Luis Portilla	Punto crítico de acopio
10	Jr. Amancaes (C - 2)	Punto crítico de acopio
11	Plazuela San Luis	Punto de acopio (Recomendable)
12	Jr. Miguel Gonzales + Emilio Barrantes	-Punto crítico de acopio -Acumulación de carro
13	Jr. Rafael Narváez + Jr. Emilio Barrantes	Punto crítico de acopio
14	Camilo Blas + Tarsicio Bazán.	Punto crítico de acopio
15	Alfonso La Torre	Punto final del recorrido

Imágenes Referenciales en Anexos. WAYPOINTS SECTOR 07 (Figuras

34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48)

Figura 17:

Waypoints sector 07.

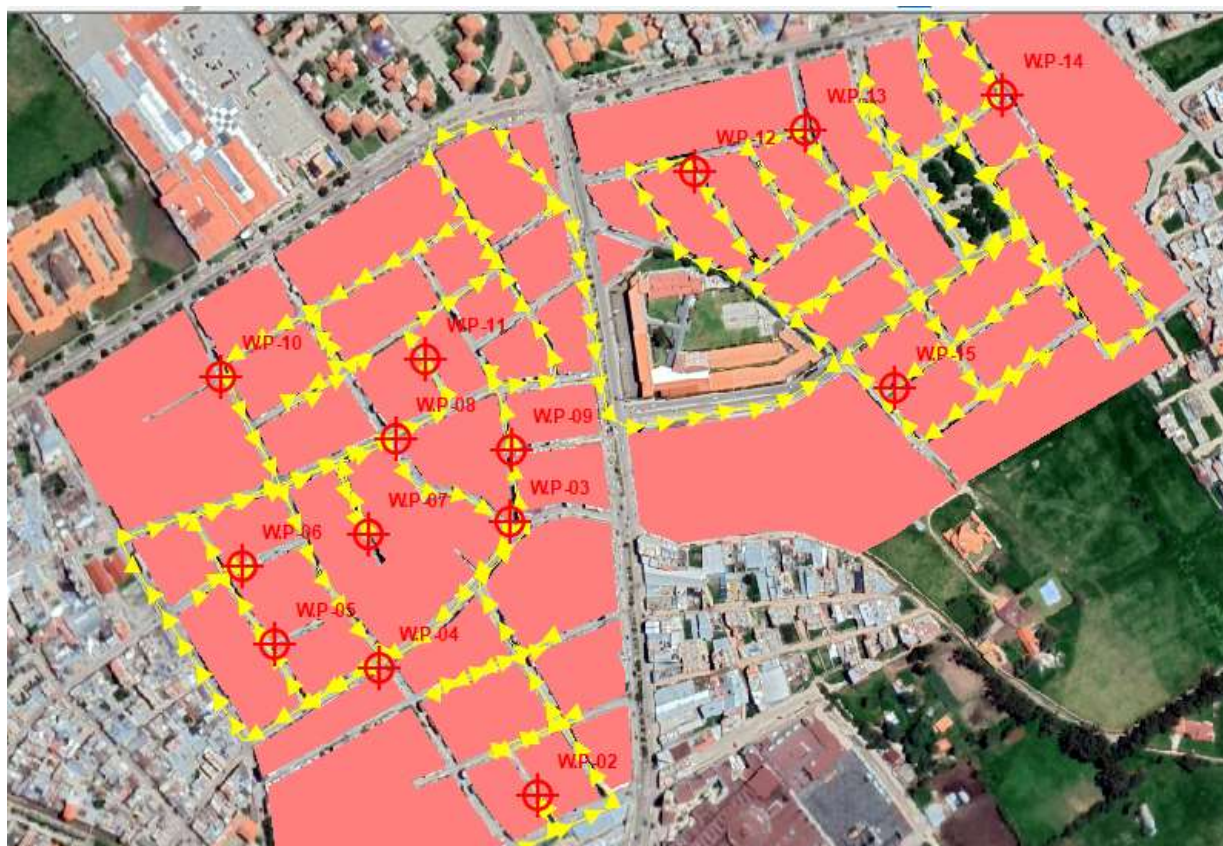
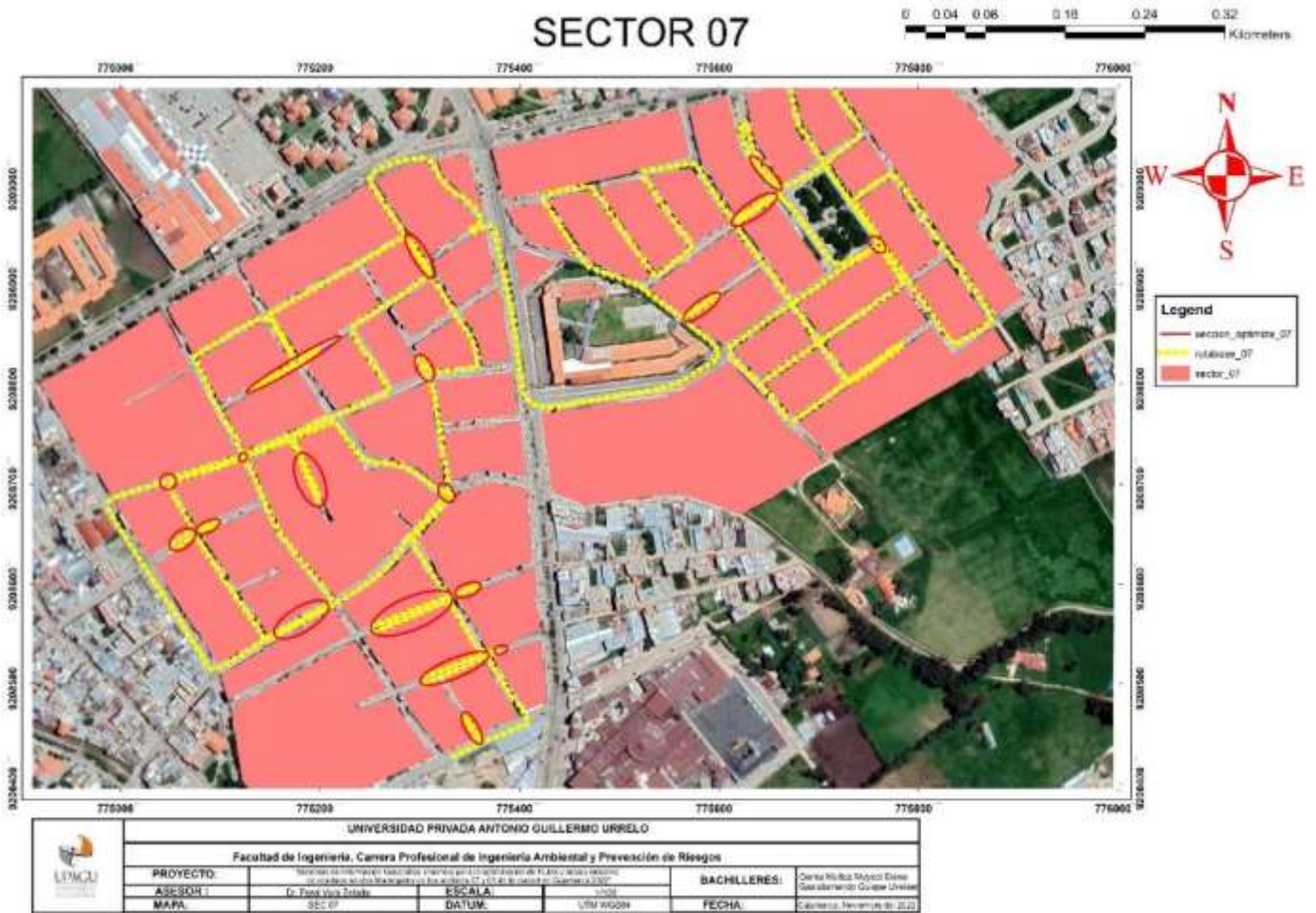


Figura 18:

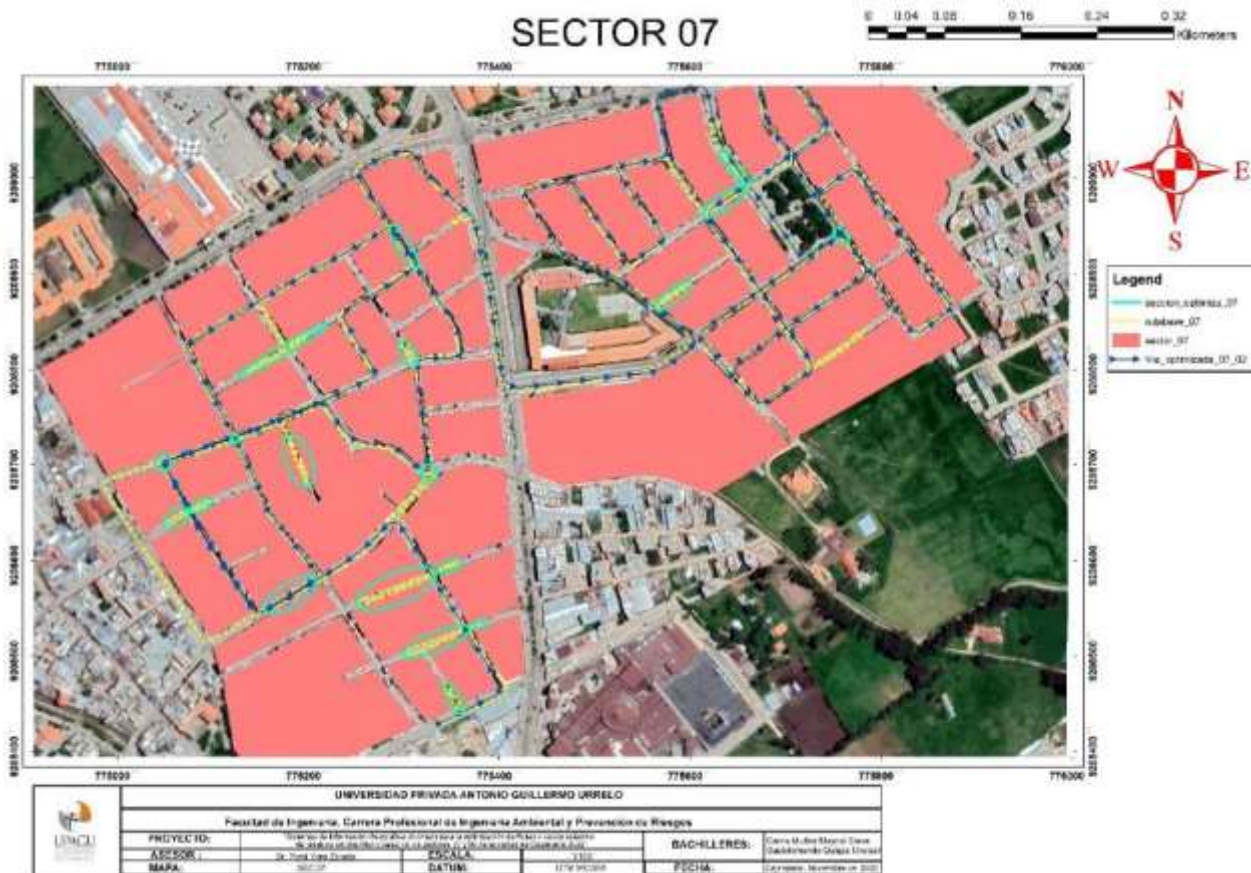
Secciones determinadas por puntos críticos del sector 07.



Una vez determinada las secciones a optimizar de la ruta del sector 07 se procedió con el Global Positioning System (GPS). Para la posterior optimización de la ruta.

Figura 19:

Sector 07 optimizado.



Una vez optimizada la ruta del sector 07, se empezó a crear centros de acopio que justifiquen esta variación de ruta y no afecte el recorrido natural del sector.

Figura 20:

Centros de Acopio sector 07

**Figura 21:**

Centros de acopio referenciales.

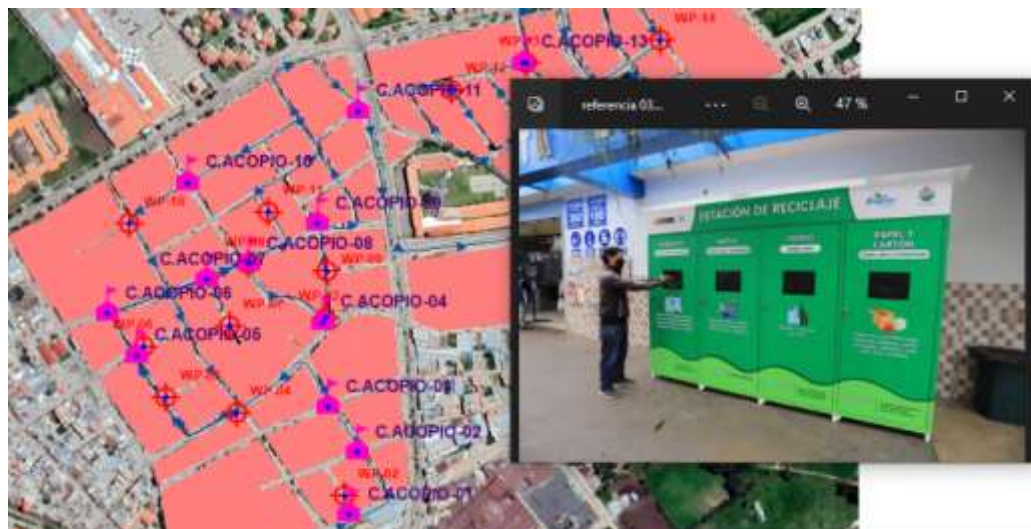


Figura 22:

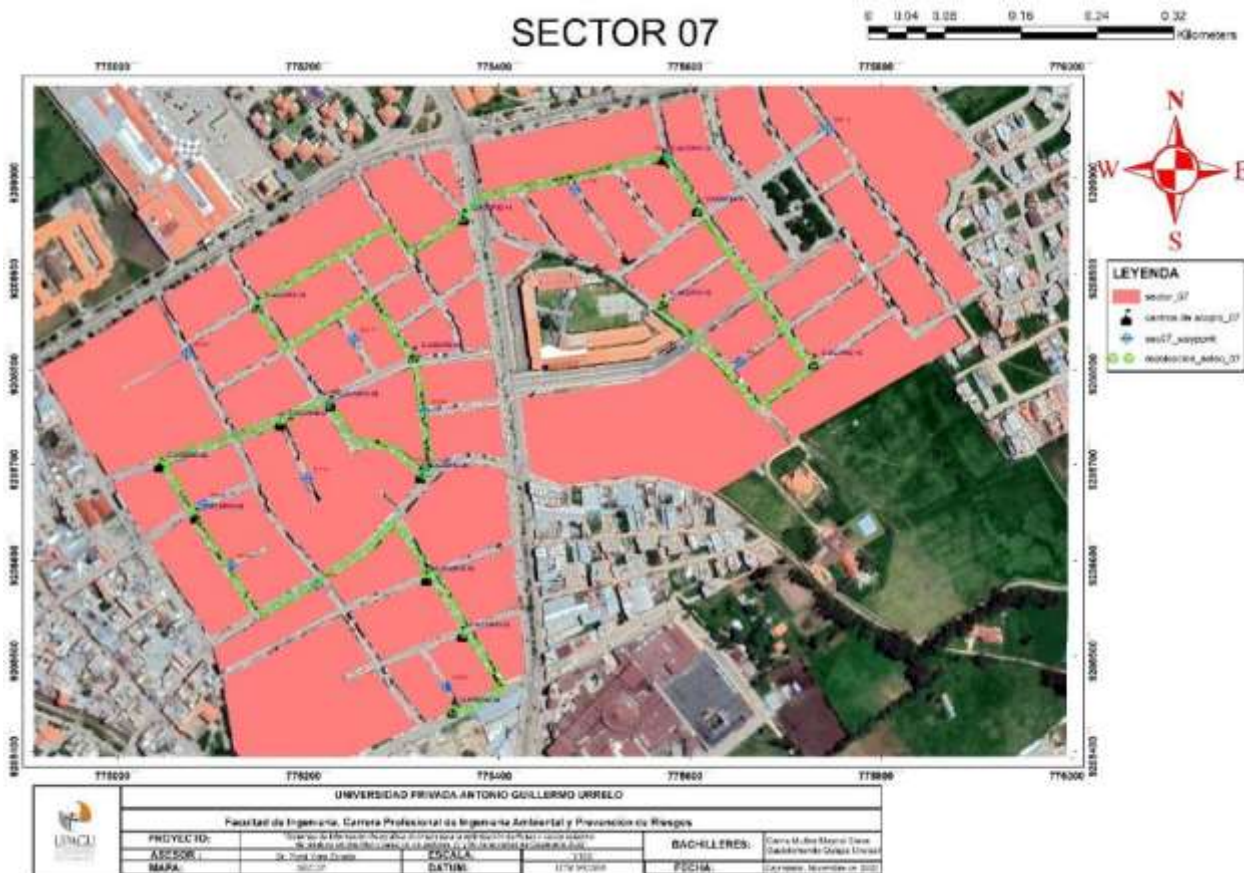
Referencia de segregación de residuos.



Una vez optimizada la ruta, creados los centros de acopio y determinada la segregación para el sector 07 se procedió en crear una ruta de recolección selectiva de residuos sólidos municipales.

Figura 23:

Recolección Selectiva del Sector 07.



4.3.2. Optimización de rutas de recolección de residuos sólidos del sector 09

Con la ayuda de un sistema de **Global Positioning System (GPS)** Se procedió a recorrer la ruta actual determinada por la municipalidad provincial de Cajamarca con la cual obtuvimos datos reales de los recorridos actuales.

Figura 24:

Ruta actual del sector 09.

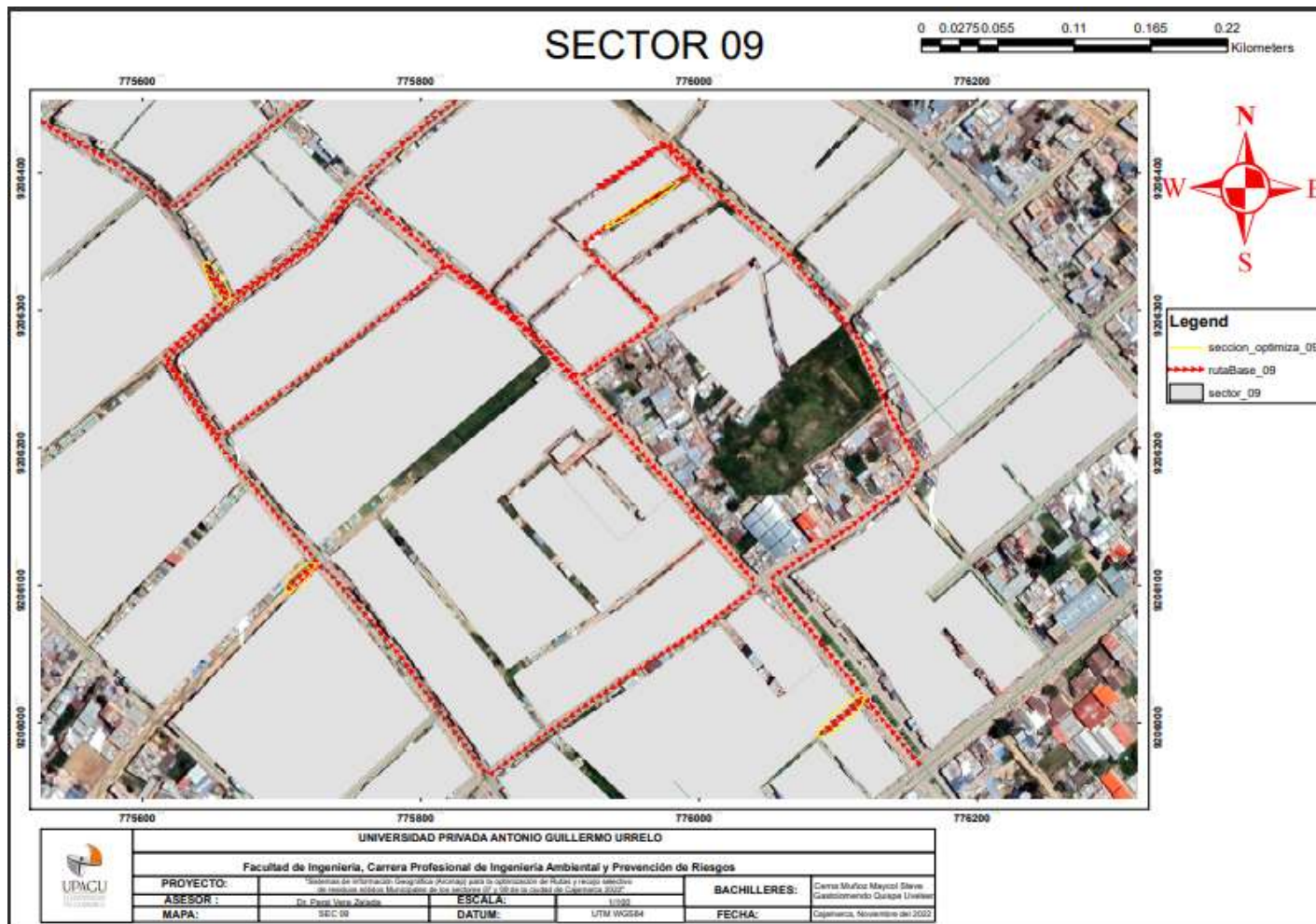
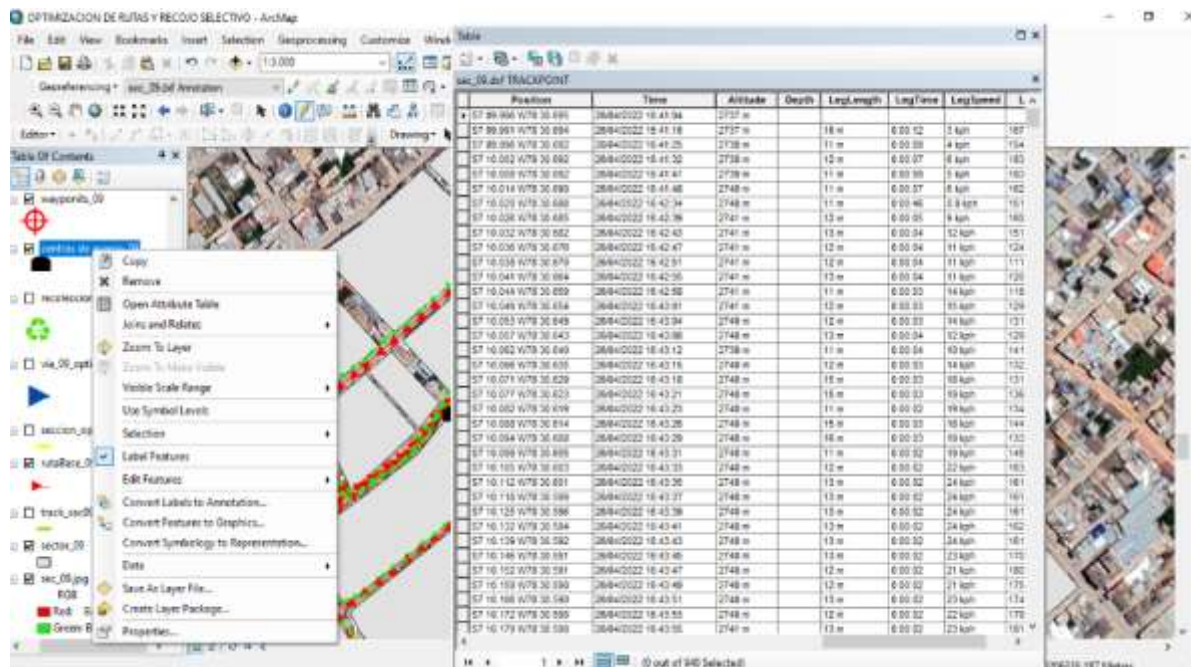


Figura 25:

Datos del sector 09.



El sector inicia: Jr. La historia + Av. San Martin de Porres (C-1)

A partir del levantamiento de estos datos, pudimos obtener puntos críticos que nos permitieron seccionar la ruta para empezar nuestra optimización.

Tabla 6:

Puntos Críticos del Sector 09.

SECTOR 09		
WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
01	Av. Independencia Grifo salida a la costa	Llenado de combustible

02	Jr. La historia + Av. San Martin de Porres (C-1)	Inicio de recorrido
03	A v. Jesús de Nazareth (C - 1)	Punto crítico de acopio
04	Av. La Paz (C -14)	Punto crítico de acopio
05	Prolongación Reyna Farje (C -11)	-Punto crítico de acopio -Vía inaccesible
06	Prolongación Reyna Farje (C - 1 0)	Punto crítico de acopio
07	Prolongación Reyna Farje	Punto crítico de acopio
08	San Salvador	Punto crítico de acopio
09	Prolongación Reyna Farje	Punto crítico de acopio
10	Psj. Los Conquistadores	Punto crítico de acopio
11	Jr. Las ruinas + Psj. Ricardo Palma	Punto crítico de acopio
12	Jr. Las ruinas (C - 2)	Punto crítico de acopio
13	Jr. Las ruinas (C - 3)	Punto crítico de acopio
14	Jr. Las ruinas + Jr. Colonial (C – 4)	Punto crítico de acopio
15	Av. Nuevo Cajamarca	Punto crítico de acopio
16	Av. Nuevo Cajamarca + Tahuantinsuyo (C-3)	Punto final del recorrido

Imágenes Referenciales en Anexos, WAYPOINTS SECTOR 09

(Figuras,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64)

Figura 26:

Waypoints sector 07.



Figura 27:

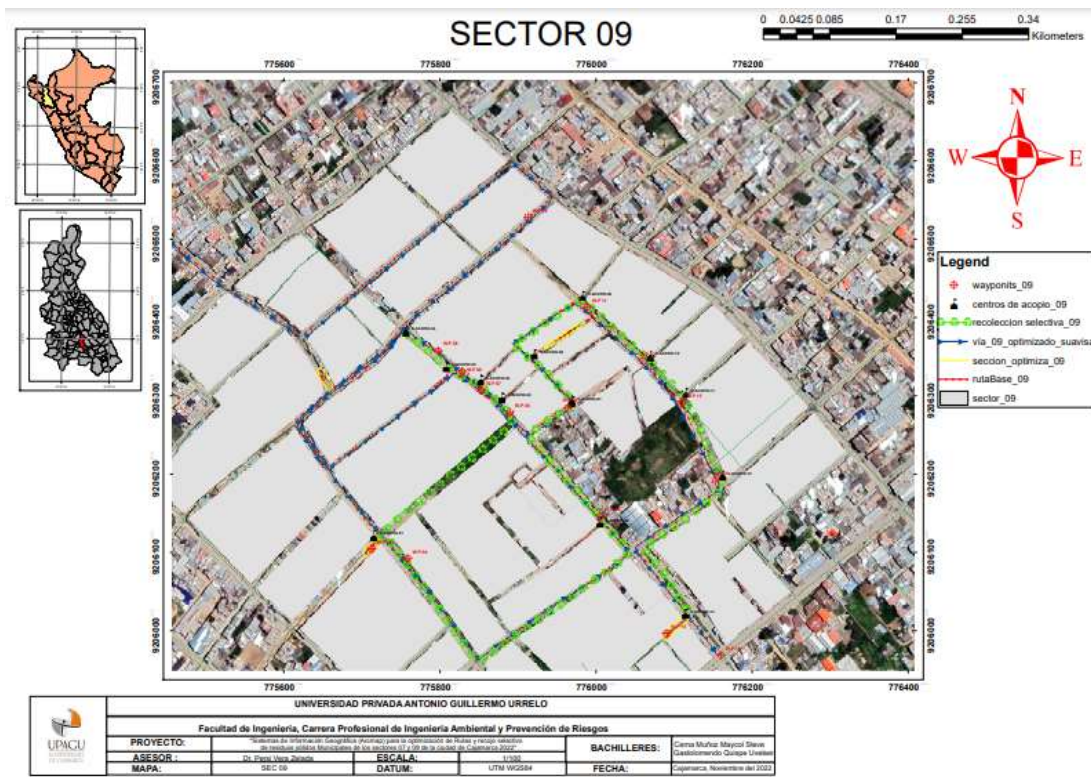
Secciones determinadas por puntos críticos del sector 09.



Una vez determinada las secciones a optimizar de la ruta del sector 09 se procedió con el Global Positioning System (GPS). Para la posterior optimización de la ruta.

Figura 28:

Sector 09 optimizado.



Una vez optimizada la ruta del sector 09, se empezó a crear centros de acopio que justifiquen esta variación de ruta y no afecte el recorrido natural del sector.

Figura 29:

Centros de Acopio sector 09.



Figura 30:

Centros de acopio referenciales.

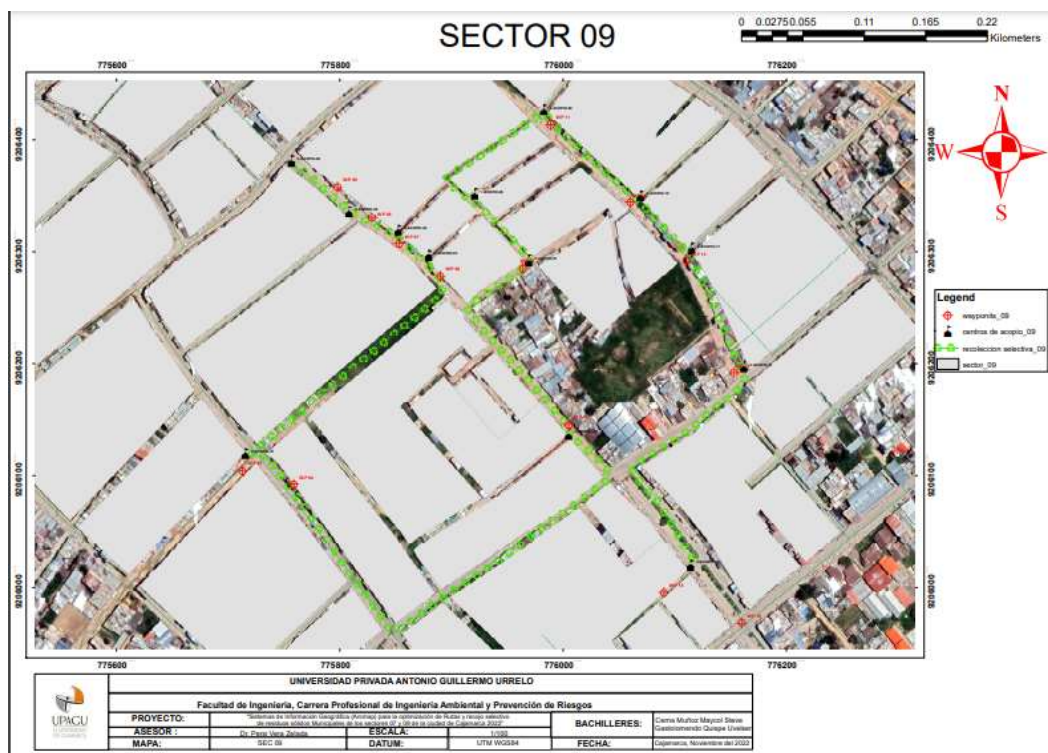


Figura 31:

Referencia de segregación de residuos.



Una vez optimizada la ruta, creados los centros de acopio y determinada la segregación para el sector 09 se procedió en crear una ruta de recolección selectiva de residuos sólidos municipales.

Figura 32:*Recolección Selectiva del Sector 09.*

4. Discusión

El objetivo de la investigación optimizar las rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022, mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica, permitieron optimizar las rutas y el recojo selectivo del tiempo y distancia de los sectores, post distancia de 11.35 km, post tiempo de 3 h 17' 40" en el sector 07 y post distancia de 9 km, post tiempo de 2h 24' 36" en el sector 09, en base a los hallazgos encontrado aceptamos la hipótesis alterna que establece que los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten

la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022

Nuestros resultados encontrados en la optimización de distancia, tienen una relación con la investigación de (Ortega F. A., 2020) haciendo uso de la herramienta de ArcGis muestra sus datos recolectados en sus rutas actuales, que tienen una distancia 59,2 km en su primera ruta, 58,63 km en su segundo ruta y 53,92 km en su tercera ruta, aplicando los Sistemas de Información Geográfica para una optimización, resulta positiva disminuyendo las distancias en 58,00 km en primera ruta optimizada, 53,4 km en su segunda ruta optimizada y 47,44 en su tercera ruta optimizada por lo que evidencia precisión en la aplicación de los SIG.

Así mismo (Ortega F. A., 2020) en resultados de su investigación coincide con nuestros resultados aplicando los SIG en la optimización de tiempo en sus rutas tomadas, 6:30 (horas: min) primera ruta, 6:42 (horas: min) segunda ruta y 5:50 (horas: min) en su tercera ruta, dando como resultado la optimización en 6:23 (horas: min) en su primera ruta optimizada, 6:06 (horas: min) en su segunda ruta optimizada y 5:08 (horas: min) en su tercera ruta optimizada, evidenciando eficiencia y precisión de la aplicación de los SIG.

Los resultados obtenidos por (Carrasco & Díaz, 2017) en reducción de tiempo y distancia con el programa WINQSB dando como resultado de la optimización zona 32 céntrica en 15.73 % y en la zona 17 en 17.40% reduciendo más del 10% de sus

distancias.

El hallazgo de nuestra investigación se contradice en el parámetro de optimización de tiempo con (Díaz, 2013) ya que el resultado de la optimización de tiempo en 3 macro rutas es superior al tiempo actual, este desfase de tiempo se justifica porque estas macro rutas fueron completamente modificadas, dando como resultado mayor tiempo de recorrido o se quiere crear un nuevo modelo de optimización.

Se puede resaltar también que los resultados obtenidos por (Díaz, 2013) en las optimizaciones de tiempos depende de cómo se tomen los puntos de tiempo y el uso de distintas herramientas para optimización.

4.3. Proceso de prueba de hipótesis.

Una vez recogido todos los datos para la investigación, se almacenaron en las hojas de cálculos en el software estadístico SPSS. El estudio estadístico ha consistido en la prueba de normalidad, el cálculo de media, mediana, desviación estándar, rangos y grado de significancia. Los resultados se analizaron estadísticamente por la prueba de muestras relacionadas de *T-Wilcoxon*, con un grado de significancia $\alpha=0,05$. El resultado para (*t*) es menor al grado de significancia, por lo que permitió rechazar en el estudio de la hipótesis nula.

Tabla 7:

Resumen del procesamiento de datos del sector 07.

Resumen de procesamiento de casos sector 07							
	N	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo_pre_sector_07	900	900	100,0%	0	0,0%	900	100,0%
Tiempo_post_sector_07	900	900	100,0%	0	0,0%	900	100,0%
distancia_pre_sector_07	900	900	100,0%	0	0,0%	900	100,0%
distancia_post_sector_07	900	900	100,0%	0	0,0%	900	100,0%

Tabla 8:

Resumen del procesamiento de datos del sector 09.

Resumen de procesamiento de casos sector 09							
	N	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo_pre_sector_09	800	800	100,0%	0	0,0%	800	100,0%
Tiempo_post_sector_09	800	800	100,0%	0	0,0%	800	100,0%
distancia_pre_sector_09	800	800	100,0%	0	0,0%	800	100,0%
distancia_post_sector_09	800	800	100,0%	0	0,0%	800	100,0%

Las tablas 7 y 8 nos especifican la cantidad de casos que son válidos 100% de tiempo – distancia, pre y post recorrido de las rutas de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022, no se observan datos perdidos, (0,0%).

Tabla 9 :*Resultados descriptivos de la muestra, distancia-tiempo sector 07.*

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Tiempo_pre_sector_07	Media	0:00:16,99	0:00:00,522	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0:00:15,97	
		Límite superior	0:00:18,02	
	Media recortada al 5%		0:00:14,95	
	Mediana		0:00:13,00	
	Varianza		245,304	
	Desviación estándar		0:00:15,66	
			2	
	Mínimo		0:00:02,00	
	Máximo		0:02:23,00	
	Rango		0:02:21,00	
	Rango intercuartil		0:00:10,00	
	Asimetría		3,192	,082
	Curtosis		15,288	,163
	Tiempo_post_sector_07	Media	0:00:12,51	0:00:00,141
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	0:00:12,23	
		Límite superior	0:00:12,79	
Media recortada al 5%			0:00:12,01	
Mediana			0:00:11,99	
Varianza			17,899	
Desviación estándar			0:00:04,23	
			1	
Mínimo			0:00:05,99	
Máximo			0:01:06,99	
Rango			0:01:00,99	
Rango intercuartil			0:00:02,75	
Asimetría			6,352	,082
Curtosis			66,217	,163
distancia_pre_sector_07		Media	10,93	,088
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,76	
		Límite superior	11,10	
	Media recortada al 5%		11,06	

	Mediana	11,00	
	Varianza	7,041	
	Desviación estándar	2,653	
	Mínimo	1	
	Máximo	27	
	Rango	26	
	Rango intercuartil	2	
	Asimetría	-,428	,082
	Curtosis	5,687	,163
distancia_post_sec_07	Media	11,94	,068
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,81
		Límite superior	12,07
	Media recortada al 5%	11,89	
	Mediana	12,00	
	Varianza	4,112	
	Desviación estándar	2,028	
	Mínimo	5	
	Máximo	22	
	Rango	17	
	Rango intercuartil	2	
	Asimetría	,507	,082
	Curtosis	2,356	,163

La tabla 9 muestra las medianas, de las distancias y tiempos *pre* y *post* recorrido del sector 07, se observa los valores que se muestran en pre distancia y post distancia son diferentes, al igual que en el pre tiempo y post tiempo, afirmando que las medianas serían muy diferentes en el primer y segundo recorrido en el sector 07, esto significa que los sistemas de información geográfica permiten la optimización de rutas.

Tabla 10:*Resultados descriptivos de la muestra distancia-tiempo sector 09.*

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Tiempo_pre_sec_09	Media	0:00:14,98	0:00:00,881	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0:00:13,25	
		Límite superior	0:00:16,71	
	Media recortada al 5%	0:00:11,57		
	Mediana	0:00:09,00		
	Varianza	620,468		
	Desviación estándar	0:00:24,909		
	Mínimo	0:00:02,00		
	Máximo	0:06:22,00		
	Rango	0:06:20,00		
	Rango intercuartil	0:00:14,00		
	Asimetría	7,654	,086	
	Curtosis	88,867	,173	
	Tiempo_post_sec_09	Media	0:00:10,79	0:00:00,656
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	0:00:09,51	
		Límite superior	0:00:12,08	
Media recortada al 5%		0:00:07,44		
Mediana		0:00:05,00		
Varianza		344,331		
Desviación estándar		0:00:18,556		
Mínimo		0:00:02,00		
Máximo		0:02:05,00		
Rango		0:02:03,00		
Rango intercuartil		0:00:05,00		
Asimetría		3,901	,086	
Curtosis		16,695	,173	
distancia_pre_sector_09		Media	11,0988	,08783
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,9263	
		Límite superior	11,2712	
	Media recortada al 5%	11,2153		
	Mediana	11,0000		
	Varianza	6,172		

	Desviación estándar		2,48429
	Mínimo		1,00
	Máximo		18,00
	Rango		17,00
	Rango intercuartil		2,00
	Asimetría		-,950 ,086
	Curtosis		2,703 ,173
distancia_post_sector_09	Media		11,8013 ,06360
	95% de intervalo de	Límite inferior	11,6764
	confianza para la media	Límite superior	11,9261
	Media recortada al 5%		11,8278
	Mediana		12,0000
	Varianza		3,236
	Desviación estándar		1,79883
	Mínimo		4,00
	Máximo		20,00
	Rango		16,00
	Rango intercuartil		2,00
	Asimetría		-,321 ,086
	Curtosis		4,513 ,173

La tabla 10 muestra las medianas, de las distancias y tiempos *pre* y *post* recorrido del sector 09, se observa los valores que se muestran en pre distancia y post distancia son diferentes, al igual que en el pre tiempo y post tiempo, afirmando que las medianas serían muy diferentes en el primer y segundo recorrido en el sector 09, esto significa que los sistemas de información geográfica permiten la optimización de rutas.

Análisis de la prueba de normalidad

Si se tienen más de 50 datos es correspondiente analizarlos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, por lo cual se plantea la siguiente hipótesis.

H0: Los datos tiene distribución normal, paramétrica.

H1: Los datos no tienen distribución normal, no paramétrica.

Tabla 11:

Prueba de normalidad de las muestras pre-post distancia y tiempo sector 07.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo_pre_sector_07	,213	900	,000	,704	900	,000
Tiempo_post_sector_07	,230	900	,000	,557	900	,000
distancia_pre_sector_07	,180	900	,000	,879	900	,000
distancia_post_sector_07	,149	900	,000	,944	900	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 11 se muestra el resultado de la prueba de normalidad de los datos de pre tiempo, post tiempo, pre distancia y post distancia del sector 07, evidenciando que se aplica *Kolmogorov-Smirnov*, los datos no tienen una distribución normal (*no paramétrica*) el grado de significancia (Sig.) es (*,000, ,000, ,000, ,000*) es decir, el p valor es menor que 0,05 ($p < 0.05$), esto implica que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 12:

Prueba de normalidad de las muestras pre-post distancia y tiempo sector 09.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo_pre_sector_09	,301	800	,000	,456	800	,000
Tiempo_post_sector_09	,368	800	,000	,442	800	,000
distancia_pre_sector_09	,182	800	,000	,904	800	,000
distancia_post_sector_09	,172	800	,000	,896	800	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 12 se muestra el resultado de la prueba de normalidad de los datos de pre tiempo, post tiempo, pre distancia y post distancia del sector 09, evidenciando que se aplica *Kolmogorov-Smirnov*, los datos no tienen una distribución normal (*no paramétrica*) el grado de significancia (Sig.) es (*,000, ,000, ,000, ,000*) es decir, el p valor es menor que 0,05 ($p < 0.05$), esto implica que se rechaza la hipótesis nula.

Resultados de la correlación de Spearman post tiempo y post distancia sector 07.

Para la correlación de Spearman (*no paramétricas*) y si existe una relación lineal entre las variables distancias y tiempo post del sector 07, se utilizó el software estadístico SPSS.

Hipótesis planteada

H0: No existe correlación entre la post distancia y el post tiempo del sector 07.

H1: Existe correlación entre la post distancia y el post tiempo del sector 07.

Nivel de significancia $\alpha=0,05$.

Criterio de decisión.

Si p-valor $> 0,05$ entonces aceptamos la hipótesis nula.

Si p-valor $< 0,05$ implica rechazar la hipótesis nula.

Tabla 13:

Correlaciones no paramétricas post tiempo y post distancia, sector 07.

Correlaciones				
			Tiempo_post_sector_07	distancia_post_sec_07
Rho de Spearman	Tiempo_post_sector_07	Coeficiente de correlación	1,000	,325**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	900	900
	distancia_post_sec_07	Coeficiente de correlación	,325**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	900	900

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 13 muestra el grado de correlación entre la distancia pre y tiempo pre del sector 07 determinado por *Rho de Spearman* con un valor de 0,325 para el post tiempo, 0,325 para la post distancia, lo cual indica una correlación positiva baja, el valor de significancia es de (0,000), que evidencia $p < 0,05$, entonces existe correlación entre la post distancia y post tiempo del sector 07, por

lo que implica rechazar la hipótesis nula.

Resultados de la correlación de Spearman, post tiempo y post distancia, sector 09.

Para la correlación de Spearman (*no paramétricas*) y si existe una relación lineal entre variables distancias y tiempo post del sector 09, se utilizó el software estadístico SPSS.

Hipótesis planteada

H0: No existe correlación entre la post distancia y el post tiempo del sector 09.

H1: Existe correlación entre la post distancia y el post tiempo del sector 09.

Nivel de significancia $\alpha=0,05$

Criterio de decisión

Si p-valor $> 0,05$ entonces aceptamos la hipótesis nula.

Si p-valor $< 0,05$ implica rechazar la hipótesis nula

Tabla 14:

Correlaciones no paramétricas post tiempo y post distancia, sector 09.

		Correlaciones		
			Tiempo_post_s ec_09	distancia_post_ sector_09
Rho de Spearman	Tiempo_post_sector_09	Coeficiente de correlación	1,000	,118**
		Sig. (bilateral)	.	,001
		N	800	800
	distancia_post_sector_09	Coeficiente de correlación	,118**	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	.
		N	800	800

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 14 muestra el grado de correlación entre la post distancia y post tiempo del sector 09 determinado por *Rho de Spearman* con un valor de 0,118 para el post tiempo, 0,118 para la post distancia, lo cual indica una correlación positiva muy baja, el valor de significancia es de (0,000), que evidencia $p < 0,05$, entonces existe correlación entre la post distancia y post tiempo del sector 09, por lo que implica rechazar la hipótesis nula.

Prueba estadística de Wilcoxon, Pre – Post Distancia sector 07 y 09.

Luego de obtener los valores de significancia de nuestros datos tanto para la prueba de normalidad como para la correlación de Spearman, podemos inferir que nuestros datos son datos no paramétricos para muestras pareadas con un valor de correlación positiva entre sí, por lo tanto, nos corresponde realizar una prueba estadística de Wilcoxon para muestras relacionadas en el software SPSS.

Hipótesis planteada

H0: Los sistemas de información geográfica (ArcMap) no permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

H1: Los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

Significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Criterio de decisión

Si p-valor > 0,05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Si p-valor < 0,05 implica rechazar la hipótesis nula.

Tabla 15:

Estadísticos de prueba de Wilcoxon de distancia, sector 07.

Estadísticos de prueba^a	
distancia_post_sec_07 - distancia_pre_sec_07	
Z	-7,771 ^b
Sig. asin. (bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Tabla 16:

Estadísticos de prueba de Wilcoxon de distancia, sector 09.

Estadísticos de prueba^a	
distancia_post_sector_09 - distancia_pre_sector_09	
Z	-9,039 ^b
Sig. asin. (bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

En las tablas N° 15 y 16 se observa las *Sig.asing (Bilateral)* son (*,000*) en el sector 07 y (*,000*) en el sector 09, siendo estas < 0.05 , entonces se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 , es decir las medianas entre el pre y post test de distancia son significativamente diferentes con un nivel de significancia de 5%, por lo que muestra evidencia suficiente para afirmar que los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

Prueba estadística de Wilcoxon, Pre – Post Tiempo sector 07 y 09.

El propósito de demostrar en nuestra investigación y a los resultados que muestran de la prueba de normalidad, correlación de Spearman, de muestras pareadas, que tiene una distribución no normal (*no paramétricas*) se empleó la prueba de *Wilcoxon* para muestras relacionadas en el software SPSS.

Hipótesis planteada

H0: Los sistemas de información geográfica (ArcMap) no permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

H1: Los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022

Significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Criterio de decisión

Si p-valor $> 0,05$ entonces aceptamos la hipótesis nula.

Si p-valor $< 0,05$ implica rechazar la hipótesis nula.

Tabla 17:

Estadísticos de prueba de Wilcoxon de tiempo, sector 07.

Estadísticos de prueba^a	
	Tiempo_post_sec_07 - Tiempo_pre_sec_07
Z	-5,616 ^b
Sig. asin. (bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Tabla 18:

Estadísticos de prueba de Wilcoxon de tiempo, sector 09.

Estadísticos de prueba^a	
	Tiempo_post_sec_09 - Tiempo_pre_sec_09
Z	-9,028 ^b
Sig. asin. (bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

En las tablas N° 17 y 18 se observa las *Sig.asing (Bilateral)* son (*,000*) en el sector 07 y (*,000*) en el sector 09, siendo estas < 0.05 , entonces se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 , es decir las medianas entre el pre y post test de tiempo son significativamente diferentes con un nivel de significancia de 5%, por lo que muestra evidencia suficiente para afirmar que los sistemas de información geográfica (ArcMap) permiten la optimización de rutas y recojo selectivo de residuos sólidos municipales de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

-Al realizar la recopilación de información de las rutas de residuos sólidos municipales en los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca, los valores iniciales fueron de 15.13 km y de 6h 14' 06" para el sector 07 en la variable de distancia y de tiempo y en el sector 09 los valores de distancia inicial fueron de 10.4 km y de tiempo inicial de 4h 21' 31" respectivamente.

- Se realizó la optimización de las rutas de los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca, usando los distintos softwares de herramientas SIG principalmente ArcMap 10.4.1, dando como resultado que la distancia optimizada fue de 11.35 km y el tiempo de 3 h 17' 40" del sector 07, así mismo en el sector 09 los valores optimizados de distancia fueron de 9 km y de tiempo 2h 24' 36".

-Al realizar la comparación de la eficiencia entre de los valores iniciales (pre) y finales (post) de distancia y tiempo en las rutas 07 y 09, los resultados muestran una optimización en tiempo de 2 h 56' 26" y en distancia 3.78 km en el sector 07, así mismo una optimización en tiempo de 1 h 56' 55" y en distancia 1,4 km en el sector 09, por otro lado, los resultados estadísticos encontrados, *Sig. Bilateral* $< \alpha$ (0,000 $<$ 0,05), muestran evidencia para rechazar la H_0 y demostrar la eficiencia de aplicar Sistemas de Información Geográfica para optimizar las rutas en los sectores 07 y 09 de la ciudad de Cajamarca 2022.

5.2. Recomendaciones.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Cajamarca Promover la educación, capacitación y sensibilización ambiental con la participación de los distintos barrios de la ciudad, para adecuar los programas de segregación en fuente y recolección selectiva.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Cajamarca crear programas de sensibilización a cerca de las consecuencias negativas que trae la inadecuada disposición final de los residuos Sólidos municipales.

Se Recomienda a la Municipalidad Provincial de Cajamarca adecuarse al programa de recolección selectiva y segregación en fuente, determinada por el artículo 11 de DL N°1278 de la ley de gestión de residuos sólidos domiciliarios, creando nuevas rutas para recolección selectiva.

LISTA DE REFERENCIAS

AGUIRRE., C. T. (2015). “*OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS MEDIANTE USO DE HERRAMIENTAS SIG*” [Tesis para título profesional, Universidad de Cuenca]. dspca.ucuenca- CUENCA, ECUADOR.

Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21304/1/TESIS.pdf>

Ambiente, M. d. (2016). *APRENDE A PREVENIR LOS EFECTOS DEL MERCURIO MÓDULO 2: RESIDUOS Y ÁREAS VERDES* [Manual de manejo de residuos solidos, MINAM].

Biblioteca Nacional del Perú n.º 2016-13439. Obtenido de

[file:///C:/Users/HP/Downloads/residuos_y_areas_verdes%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/residuos_y_areas_verdes%20(1).pdf)

AMBIENTUM. (2020). *Naturgy ambientum*. Obtenido de

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/recogida_selectiva_de_rsu.asp

Bach Rruiz Liza, I. j. (2016). *MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RECOJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE REQUE PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE OPERACIONES CHICLAYO-2016* [Tesis de grado para título profesional, Universidad Señor de Sipan]. Repositorio USS - CHICLAYO, PERU.

Obtenido de

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/2314/RUIZ%20LIZA%20y%20VIDAL%20URDIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bio. Javier Sanchez. (8 de junio de 2020). *Ecologia Verde*. Obtenido de

<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>

Bravo, J. d. (2015). *Breve Introduccion a la Cartografia Y a los Sistemas de Informacion Geografica (SIG)[Documento Tecnico, Ministerio de Ciencia y Tecnologia. Madrid España]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Javier-Dominguez-12/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Inform

Cabré, R. B. (2012). *DISEÑOS CUASI-EXPERIMENTALES Y LONGITUDINALES* .
Barcelona: Universidad de Barcelona .

Cabrera, C. C., & Arevalo, J. A. (2022). “*SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA OPTIMIZAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, MOCHE, 2022*”. Trujillo: UPN.

Carrasco, P. E., & Díaz, t. G. (2017). *OPTIMIZACIÓN DE LAS RUTAS RECOLECTORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE LIMPIEZA. CHICLAYO-2017*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipan.

Carrión, J. V. (2016). “*DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN CAYAMBE.*” [tesis para titulo profesional, Universidad Central de Ecuador]. dspace.UCE- QUITO, ECUADOR. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7518/1/T-UCE-0012-44.pdf>

Castillo, L. E. (2020). *"ANÁLISIS DE RUTAS EN EL RECOJO DE RESIDUOS SÓLIDOS*

URBANOS": revision de la literatura cientifica en los ultimos 5 años[trabajo de investigacion para optar el grado de bachiller, Universidad Privada Del Norte].

Repositorio UPN - Cajamarca - Perú. Obtenido de

[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26268/Bobadilla%20Asto%2C%20Luis%20Eduardo%20-](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26268/Bobadilla%20Asto%2C%20Luis%20Eduardo%20-%20Ramos%20Castillo%2C%20Nataly%20Lisbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[Luis%20Eduardo%20-](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26268/Bobadilla%20Asto%2C%20Luis%20Eduardo%20-%20Ramos%20Castillo%2C%20Nataly%20Lisbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[%20Ramos%20Castillo%2C%20Nataly%20Lisbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26268/Bobadilla%20Asto%2C%20Luis%20Eduardo%20-%20Ramos%20Castillo%2C%20Nataly%20Lisbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Checa, D. C. (2013). *Sistemas de informacion geografica aplica a la optimizacion del servicio de recoleccion de residuos solidos domicialiarios, el caso de la administracion zonal Eloy Alfa [Tesis de titulo de grados academicos de licenciados (Tercer Nivel), PUCE].*

REPOSITORIO INTITUCIONAL PUCE,ECUADOR. Obtenido de

[http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8700/merged%20%2816%29.pdf?s](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8700/merged%20%2816%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[equence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8700/merged%20%2816%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Diana Encizo Gómez, P. H. (2018). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA OPTIMIZAR EL TRANSPORTE DE RESIDUOS A SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL EN EL ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO.* Mexico: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

Díaz, C. D. (2013). *Sistema de información geográfica aplicados a la optimización del servicio de recolección de residuos sólidos Domiciliarios.* Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Enèrgya.VM. (2017). *Enèrgya.VM.* Obtenido de <https://www.energyavm.es/que-es-la-gestion-de-residuos/>

Equipo editorial, Etecé . (26 de agosto de 2021). *Concepto "Método deductivo"* . Obtenido de <https://concepto.de/metodo-deductivo/>

- Fernández Paula, V. S. (2014). *Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Galarza, C. R. (2021). DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN. En F. d. Católica. MIST de la Universidad Tecnológica Indoamérica.
- García, R. A., & Hita, J. M. (2009). *Sistema de Información Geográfica*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. gencat. (26 de marzo de 2012). *Residusgencat/catalunya*. Obtenido de http://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/prevencio/estudi_de_minimitzacio_de_residus_especials_1/que_vol_dir_minimitzar_residus_teoria_i_exemples/
- Gómez, D. E., Hiram, A. C., Robles, M. F., & Castro, F. D. (2015). *amicaMX*. Obtenido de <http://www.amica.com.mx/issn/archivos/134.pdf>
- Hoyos, L. P. (2013). *Gestión Yprovechamiento de los residuos Sólidos en la ciudad de Cajamarca [Tesis para optar el Título Profesional, Universidad Nacional De Cajamarca]*. Repositorio Institucional UNC, cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/362/T%20Q70%20A316%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEI. (2020). *ANUARIO DE ESTADÍSTICAS AMBIENTALES*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf
- inforeciclaje. (2021). *InforReciclaje.com*. Obtenido de <https://www.inforeciclaje.com/residuos-solidos.php>
- Marín, M. G. (2018). *GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO DE HUANCAYELICA [Tesis para*

- optar el grado de doctor, Universidad Nacional de Huancavelica*]. Repositorio UNH - HUACAVELICA, PERU. Obtenido de https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2109/TESIS__2018__DOCTORADO__GUIDO%20FLORES%20MAR%C3%8DN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OEFA. (2014). *INFORME 2014 - 2015 INDICE DE CUMPLIMIENTO DE LOS MUNICIPIOS PROVINCIALES A NIVEL NACIONAL*. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=16983
- Ortega, B. F. (2020). “*SISITEMA DE RECOJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y SUS EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS EN EL DISTRITO DE POCOLLAY, 2020.*” [Tesis para título profesional, Universidad de Tacna]. Repositorio UPT - TACNA, PERU. Obtenido de <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/UPT/1660/Ortega-Manrique-Fernando.pdf;jsessionid=1CC95C67811A837FA329C013C2601317?sequence=1>
- Ortega, F. A. (2020). “*SISTEMA DE RECOJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y SUS EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS EN EL DISTRITO DE POCOLLAY, 2020.* Tacna: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA.
- PNUMA. (2016). *programa de las naciones unidas para el medio ambiente* . Obtenido de <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>
- Preciado, J. M. (2020). *Sistemas de Información Geográfica* (Edición Digital ed.). Madrid, España: J. M. Santos Preciado. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xjbeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=que+son+los+sistemas+de+informaci%C3%B3n+geogr%C3%A1fica&ots=wrn5qBsKbe>

&sig=srA59u65I9xB8B9iaRMVrYBnpLw#v=onepage&q=que%20son%20los%20sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fi

- Quezada, M. I., & León, Y. F. (2019). *OPTIMIZACIÓN DE LAS RUTAS DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CENTRO CANTONAL SÍGSIG*. CUENCA: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.
- Renteria, V. J., & Zeballos, S. M. (2015). *propuesta de mejora para la gestion estrategica del programa de segregacion en la fuente y recoleccion selectiva de residuos solidos domiciliarios en el sitrito de los Olivos [Tesis para optar Titulo Profesional, Pontificia Universidad Catolica Del Perú]*. Repositorio Intitucional PUCP,Perù. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6285/RENTERIA_OSE_ZEBALLOS_MARIA_PROPUESTA_MEJORA.pdf?sequence=1&isAllowed=y (s.f.).*Researchgate*.
- Roberto Hernandez, C. F. (2006). Metodología de investigación. En R. Hernandez, *Metodología de la investigación* (págs. 43,44,45,46,47). Mexico, Buenos aires, Caracas, Guatemala: Annenberg School for Communication University of Pennsylvania.
- Rubén Arévalo Garcia, J. M. (2009). *Sistema de Información Geográfica (SIG), para la gestión de Residuos del municipio del Prat de Llobregat*. Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Sampieri Hernández, C. F. (2003). El proceso de investigación y los enfoques cuantitativos y cualitativos. Mexico: Mexico.D. F.
- Sergio Maximiliano Gascón, L. M. (2015). *Óptima ubicación de un relleno sanitario para el Área Metropolitana del Valle*. Bogotá: Universidad de San Buenaventura .
- Villegas, V. A. (2021). *“APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO*

*PARA DETERMINAR LA SUPERFICIE DEGRADADA POR EL AVANCE DE LA
EXPLORACIÓN MINERA EN EL DISTRITO DE ILABAYA, TACNA EN EL AÑO 2021”.*

TACNA: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA.

6. ANEXOS

ANEXO A

Tabla 19:

Identificación de puntos críticos.

Nº	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Fuente: *Elaboración propia 2022*

ANEXO B**Tabla 20:***Tabla para identificar la ruta de cada sector.*

SECTOR	DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS	RECORRIDO (Km)	P.C
07			
09			

Fuente: *Elaboración propia 2022*

PANEL FOTOGRÁFICO I

Figura 33:

Registro de salida de la Compactadora sector 07 (MPC).



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 34:

Configuración del GPS Garmin .



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 35:

Inicio del recorrido sector 07 en la compactadora (MPC).



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 36:

Registro de datos de los recorridos en GPS Garmin.



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 37:

Libreta de campo, Registro de puntos críticos sector 07.



Fuente: *Elaboración propia 2022*

WAYPOINTS SECTOR 07

Figura 38:

Waypoint 01 sector 07 Salida de la compactadora.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 1 (P1)	Jr. Fraternidad + Av. El maestro	Inicio de recorrido

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 39:

Punto crítico, Waypoint 02 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACION	OBSERVACIÓN
Punto 2 (P2)	Las Hortencias	Acumulación de autos

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 40:

Punto crítico de acopio, Waypoint 03 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 3 (P3)	Jr. San Roque + Jr. cinco esquinas	Puntos de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 41:*Chatarrero, Waypoint 04 sector 07.*

NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 4 (P4)	Jr. Cinco esquinas (c-14)	Combinación de residuos (chatarrero)

Fuente: *Elaboración propia 2022***Figura 42:***Punto crítico de acopio, Waypoint 05 sector 07.*

NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 5 (P5)	Jr. Trinidad	Puntos de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 43:

Acumulación de autos, Waypoint 06 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 6 (P6)	Jr. Urrelo (C-16)	Acumulación de autos

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 44:

Acumulación de autos, Waypoint 07 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 7 (P7)	Antonio Raymondi	Acumulación de autos

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 45:

Punto crítico de acopio, Waypoint 08 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 8 (P8)	Arnaldo Marquez + Jr. San Roque	Punto de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 46:

Punto crítico de acopio, Waypoint 09 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 9 (P9)	Jr. Luis Portilla	Punto de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 47:

Punto crítico de acopio, Waypoint 10 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 10 (10)	Jr. Amancaes (C-2)	Punto de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 48:

Punto crítico de acopio Recomendable, Waypoint 11 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 11 (11)	Plazuela San Luis	Punto de acopio (Recomendable)

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 49:

Punto crítico de acopio y acumulación de autos, Waypoint 12 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 12 (P12)	Jr. Miguel Gonzales + Emilio Barrantes	-Acumulación de carros -Punto de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 50:

Punto crítico de acopio, Waypoint 13 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 13 (P13)	Jr. Rafael Narváez + Jr. Emilio Barrantes	Punto de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 51:

Punto crítico de acopio, Waypoint 14 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 14 (P14)	Camilo Blas + Tarsicio Bazán.	Punto de acopio

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 52:

Final del recorrido, Waypoint 15 sector 07.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 15 (P15)	Alfonso La Torre	Punto final

Fuente: *Elaboración propia 2022*

WAYPOINTS SECTOR 09

Figura 53:

Llenado de combustible, Waypoint 01 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 1 (P1)	Av. Independencia Grifo salida a la costa	Llenado de combustible

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 54:

Inicio de recorrido, Waypoint 02 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 2 (P2)	Jr. La historia + Av. San Martín de Porres (C-1)	Inicio de recorrido

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 55:

Punto crítico de acopio, Waypoint 03 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 3 (P3)	Av. Jesús de Nazareth (C-1)	Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 56 *Punto crítico de acopio, Waypoint 04 sector 09.*

NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 4 (P4)	Av. La Paz (C-14)	Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 57:

Punto crítico de acopio, Waypoint 05 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 5 (P5)	Prolongación Reyna Farje (C-11)	-Punto crítico -Vía inaccesible

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 58:

Punto crítico de acopio, Waypoint 06 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 6 (P6)	Prolongación Reyna Farje (C-10)	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 59:

Punto crítico de acopio, Waypoint 07 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 7 (P7)	Prolongación Reyna Farje	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 60:

Punto crítico de acopio, Waypoint 08 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 8 (P8)	San Salvador	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 61:

Punto crítico de acopio, Waypoint 09 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 9 (P9)	Prolongación Reyna Farje	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 62:

Punto crítico de acopio, Waypoint 10 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 10 (P10)	Psj. Los Conquistadores	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 63:

Punto crítico de acopio, Waypoint 11 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 11 (P11)	Jr. Las ruinas + Psj. Ricardo Palma	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 64:

Punto crítico de acopio, Waypoint 12 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 12 (P12)	Jr. Las ruinas (C-2)	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 65:

Punto crítico de acopio, Waypoint 13 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 13 (P13)	Jr. Las ruinas (C-3)	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 66:

Punto crítico de acopio, Waypoint 14 sector 09



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 14 (P14)	Jr. Las ruinas + Jr. Colonial (C-4)	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 67:

Punto crítico de acopio, Waypoint 15 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 15 (P15)	Av. Nuevo Cajamarca	-Punto crítico

Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 68:

Final de recorrido, Waypoint 16 sector 09.



NOMBRE DE WAYPOINT	UBICACIÓN	OBSERVACIÓN
Punto 16 (P16)	Av. Nuevo Cajamarca + Tahuantinsuyo (C-3)	-Punto Final

Fuente: *Elaboración propia 2022*

PANEL FOTOGRÁFICO II

Figura 69:

Inicio de ruta sector 09 en la compactadora (MPC)



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 70:

Libreta de campo, Registro de puntos críticos sector 09.



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 71:

Recorrido de nuevas rutas con planos referenciados de los sectores.



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 72:

Toma de nuevos datos en GPS, sector 07.



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 73:

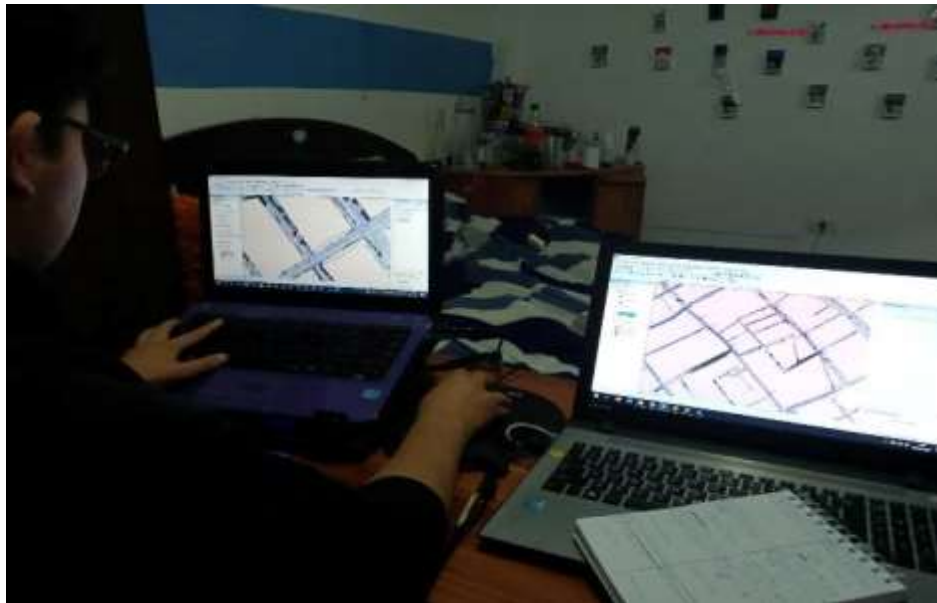
Toma de nuevos datos en GPS, sector 09.



Fuente: *Elaboración propia 2022*

Figura 74:

Gabinete, creación de nuevas rutas en ArcMap sector 07 y 09



Fuente: *Elaboración propia 2022*