



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA  
OPTIMIZAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE  
RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, MOCHE, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Ambiental**

**Autores:**

Claudia Cardenas Cabrera  
Jefer Anderson Cuadra Arevalo

Asesor:

Ing. Elvar Renato Miñano Mera  
<https://orcid.org/0000-0002-4039-2825>

Trujillo - Perú

2022

## DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Rutas actuales de recolección de residuos sólidos municipales</i> .....	31
<b>Tabla 2</b> <i>Datos cartográficos</i> .....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Especificaciones técnicas del camión recolector</i> .....	34
<b>Tabla 4</b> <i>Especificaciones técnicas de los vehículos encargados de la recolección de RRSS</i> .....	35
<b>Tabla 5</b> <i>Información obtenida de la ruta actual</i> .....	37
<b>Tabla 6</b> <i>Datos recopilados de información geográfica</i> .....	40
<b>Tabla 7</b> <i>Campos de la tabla de atributos del shapefile de vías</i> .....	44
<b>Tabla 7</b> <i>Campos de la tabla de atributos del shapefile de vías</i> .....	46
<b>Tabla 9</b> <i>Información obtenida de la ruta actual</i> .....	59
<b>Tabla 10</b> <i>Información obtenida de la ruta propuesta</i> .....	60
<b>Tabla 11</b> <i>Comparación de la Información obtenida de la ruta propuesta y la actual</i> .....	60
<b>Tabla 12</b> <i>Información del combustible obtenida de la ruta propuesta y la actual</i> .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Ruta actual de recolección de residuos sólidos. Elaborado con el software ArcGIS 10.5</i> .....	39
<b>Figura 2:</b> <i>Selección del mapa satelital</i> .....	41
<b>Figura 3:</b> <i>Representación gráfica de los nodos iniciales y finales. Elaboración Propia</i> ...	42
<b>Figura 4:</b> <i>Colocación de los códigos en la tabla de atributos en el shp de puntos. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	42
<b>Figura 5:</b> <i>Vista superior de los nodos que se van creando en todas las intersecciones de interés. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	43
<b>Figura 6:</b> <i>Creación del Shapefile de Vías tipo Polilínea. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	43
<b>Figura 7:</b> <i>Colocación de los nodos iniciales y finales a cada tramo de las vías en el shapefile de Vías. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	45
<b>Figura 8:</b> <i>Calculo de la longitud de los tramos en la vía para rellenar en el campo METERS. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	45
<b>Figura 9:</b> <i>Representación del sentido de las vías. Elaboración propia</i> .....	46
<b>Figura 10:</b> <i>Ventana de creación de paradas. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	47
<b>Figura 11:</b> <i>Ventana de creación de Geodatabase de archivos. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	48
<b>Figura 12:</b> <i>Elevación en el Sistemas de Coordenadas. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	49
<b>Figura 13:</b> <i>Distancia mínima entre las coordenadas. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	49
<b>Figura 14:</b> <i>Conversión a Clase de entidad. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	50
<b>Figura 15:</b> <i>Activación de la extensión Network Analyst. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	51
<b>Figura 16:</b> <i>creación de la Dataset de Red. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	51

<b>Figura 17:</b> <i>Modelar giros en la red. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	52
<b>Figura 18:</b> <i>configuración de la conectividad de los segmentos. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	52
<b>Figura 19:</b> <i>Configuración de los Campos FNODE_ y TNODE_.</i> <i>Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	53
<b>Figura 20:</b> <i>Adición de los atributos de Jerarquía al Dataset de Red. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	54
<b>Figura 21:</b> <i>Evaluadores. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	54
<b>Figura 22:</b> <i>Selección de unidades de medición. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	55
<b>Figura 23:</b> <i>Selección de ruta nueva. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	56
<b>Figura 24:</b> <i>Ubicación de paradas de la nueva ruta. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5</i> .....	56
<b>Figura 25:</b> <i>Comparación de distancias recorridas</i> .....	61
<b>Figura 26:</b> <i>Comparación de Consumo de Combustible</i> .....	61
<b>Figura 27:</b> <i>Comparación de Tiempo de Recolección</i> .....	62
<b>Figura 28:</b> <i>Comparación de Costo de Combustible</i> .....	63

## RESUMEN

En la actualidad en el distrito de Moche, se observa una inadecuada gestión de residuos sólidos, trayendo consigo problemas ambientales, salud y por ende calidad de vida, debido a la inexistencia de una buena planificación en sus rutas de recolección. Una de las maneras de revertir esta situación es el empleo de herramientas de SIG en la búsqueda de la optimización en tiempos de recorrido y distancias de las rutas, así como en el consumo de combustible (lo cual significa menos gases contaminantes al medio ambiente). La metodología consistió en determinar las rutas actuales, luego diseñar las rutas de recolección, y finalmente comparar las rutas propuestas con las actuales para calcular la eficiencia de estas. La muestra fue de 4 rutas de recolección de residuos sólidos municipales del distrito de Moche; en ese sentido, el objetivo de la presente investigación es diseñar un esquema optimizado de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales haciendo uso de la herramienta ArcGIS en el distrito de Moche, con un tipo de estudio descriptivo simple.

Esta investigación concluye, que mediante el uso de herramientas SIG, ha optimizado las rutas de recolección de residuos sólidos municipales del distrito de moche para lo cual se ha reducido los costos de operatividad, tiempo y distancia.

**Palabras Clave:** Manejo de Residuos Sólidos Municipales, optimización, rutas de recolección, herramientas SIG.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, a nivel mundial, en muchas ciudades se está generando una alta contaminación ambiental y uno de los principales factores que la producen son los residuos sólidos los cuales son mal manejados y/o controlados. En tal sentido el informe del Banco Mundial titulado “What a Waste 2.0” (2018) afirman que la generación de residuos es producto natural del proceso de desarrollo económico del ser humano a medida que ejecuta cada una de sus actividades, el crecimiento poblacional y la rápida urbanización de las ciudades. Asimismo, la OEFA (2016), afirma que la inadecuada gestión y manejo de los residuos sólidos municipales constituye un riesgo para la calidad ambiental y para la salud humana.

Según Huamanyauri, Machaca y Peña (2014), el aumento en la producción de residuos sólidos y su inadecuado manejo son uno de los mayores problemas para el ambiente y la salud, lo cual se ha intensificado en los últimos años por el incremento de la población y de la producción y consumo.

La forma de vida de las sociedades, no solo influye en la generación de basura, sino también en sus prácticas habituales frente a los procesos de disposición de los residuos, provocando de esta manera, impactos negativos para la salud y el ambiente; tal y como lo afirma Rodríguez (2020). Por tal razón, los residuos sólidos son un tema que genera intranquilidad para muchas ciudades del mundo; el crecimiento urbano, la globalización cultural del consumismo, son elementos que han dado lugar al incremento en la cantidad de residuos sólidos provenientes en las zonas urbanas. Según el Global Waste Management Outlook producido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2015) asegura que, se cree que el planeta generaría de 7 a 10000 millones de toneladas de desechos cada año aproximadamente.

A nivel mundial, tal y como lo afirma Benavente (2018), la tasa de residuos sólidos se ha incrementado, lo cual se ha convertido en un serio inconveniente para las ciudades. Sumado a esto, aspectos como la demografía, el estilo de vida del consumidor y las actividades cotidianas de la dinámica poblacional, han generado un aumento severo de esta problemática y sus diversos impactos socioambientales sobre el paisaje, la gestión municipal y la salud; el crecimiento poblacional y la escasez de recursos para manejar los residuos sólidos terminan siendo factores determinantes en su control.

Esto se demuestra porque los desechos no se recolectan de manera óptima, aumentando así la contaminación. Esta gestión debe ser una prioridad global a nivel de salud y de medio ambiente, ya que estos residuos son una fuente de enfermedades infecciosas para la población en general. Y es que, según la Universidad Pontificia Bolivariana (2018), la basura no solo provoca un cuadro preocupante, sino que contamina la tierra, el agua y el aire y ocupa grandes áreas para contenerse y por eso se ha convertido en un problema social y de salud.

El informe del Banco Mundial titulado “What a Waste 2.0” (2018), afirma que, si no se toman medidas drásticas, para el año 2050 los residuos incrementarán en un 70% con respecto a los números actuales, mundialmente. Y es que la producción de los residuos ha crecido de manera alarmante, de modo que según la publicación What a waste 2.0 del Banco Interamericano de Desarrollo, la generación de residuos urbanos al año 2016, en el mundo, alcanzó los 2.01 billones de toneladas.

En cuanto a Latinoamérica, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (1997), analizan la gestión de los desechos en Latinoamérica y el Caribe, afirmando de esta manera que la generación sin control de estos produce el surgimiento de vectores dañinos para el ambiente y nocivos tales como moscas, ratas, entre otros, transmitiendo enfermedades y generando desequilibrio entre la gestión de los desechos y la salud. Estos son factores primordiales que pueden garantizar la tranquilidad y la buena calidad de vida de los ciudadanos.

Aproximadamente un 53% de la población de América Latina y el Caribe recibe el servicio de recolección entre 2 y 5 veces por semana, mientras que el 45,4% tiene una frecuencia de recolección diaria. El 1,8% recibe el servicio de forma semanal. La recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos (RSU), comúnmente denominada recolección selectiva, aún es baja. No obstante, hay casos como Brasil, donde el 62% de los municipios implementa programas de recolección selectiva de RSU, así lo afirma Grau, Terraza y Horacio (2015).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016), el manejo de los Residuos Sólidos implica no solo un gasto para la comunidad, sino que además es uno de los principales causantes de la contaminación.

A nivel nacional, según Usca (2018) a lo largo de los años la contaminación es y ha sido uno de los principales problemas en las sociedades más pobladas; situación que amenaza la salud pública, la cual urge de una solución pronta. Y es que todos los estudios muestran que gran parte de esto se debe al mal manejo de los gobiernos locales, a lo que se suma la falta de sensibilidad de los ciudadanos para actuar correctamente y el consumo acentuado que se aprecia en la población. Asimismo, la

problemática respecto al control de los Residuos sólidos en el Perú tiene diversas causas, dentro de las que destacan la baja capacidad de inversión que tiene nuestro país, el incremento del consumismo, normas insuficientes y desactualizadas.

En las últimas décadas la población peruana creció de 24 242 600 millones de habitantes en 1995 a 32 625 948 en el año 2020 (Instituto de Estadística Nacional de Estadística e Informática, 2020) y la generación de residuos pasó de 6 904 950.4 toneladas en el 2014 a 7 259 340 toneladas para el 2019, lo que significa que cada habitante genera alrededor de 0.57 kg/día y aproximadamente 19 000 toneladas diarias a nivel nacional (Sistema Nacional de Información Ambiental – MINAM, 2018).

Además de ello, el Perú, al ser un país en vías de desarrollo, la inadecuada gestión de residuos sólidos puede ser de proporciones riesgosas y causar efectos irreversibles para el ambiente y la sociedad. Es por esto, que, en la gestión ambiental de residuos sólidos, se considera a un residuo como un objeto susceptible a sujetarse a un tratamiento o disposición final. Como en cualquier proceso productivo, la clasificación de residuos es necesaria para minimizar los riesgos que se derivan al transferir los residuos sólidos a un sistema de gestión. (Becerra, 2018). Asimismo, la eficiencia en el recojo y disposición de residuos sólidos varía de acuerdo a las provincias y distritos, siendo las primeras las que presentan mayor eficiencia en este proceso. Tanto la eficiencia como la ineficiencia del recojo de residuos cambian de acuerdo al tipo de municipalidad analizada y representa un problema transversal a ellas. Las municipalidades provinciales que tiene una mayor eficiencia en el sistema de recojo y disposición de residuos sólidos son las de Lima, Callao, Ferreñafe y Trujillo. (Orihuela, 2018).

Respecto al departamento de la Libertad, en el año 2018, los residuos generados, en las 12 provincias, fue de 427 mil toneladas al año. Siendo Moche la generadora de 7557.62 toneladas anuales. A partir de esta información, se puede afirmar que hay una serie de problemas e inconvenientes con respecto al manejo de residuos sólidos, la gestión integral de los residuos sólidos urbanos es un gran problema para el gobierno local. Esta problemática se presenta al originarse diversos factores de índole cultural, tecnológico, social y económico, que empeora en lugares y distritos como Moche al tener una elevada tasa de crecimiento poblacional, presencia de centros comerciales y mayoristas, migración de pobladores de zonas interiores, entre otros. (Cayotopa, 2015).

La recolección de residuos sólidos es una parte del servicio que brinda la municipalidad distrital de Moche donde se puede apreciar un incremento en la generación de residuos sólidos debido al crecimiento poblacional, por lo que la recolección de residuos sólidos es uno de los retos de las comunidades urbanas. Actualmente, no existe una metodología establecida para hacer la recolección de residuos sólidos, y los caminos se diseñan de manera ad hoc, lo que a menudo resulta en agujeros y mayores costos e impactos ambientales.

Por todo lo expuesto y teniendo en cuenta que se tienen que buscar alternativas rápidas, eficaces pero sobre todo que no alteren o generen impactos ambientales negativos, se presentan desde hace un tiempo, el uso de Sistemas de Información Geográfica, el cual se define como un sistema que integra tecnología informática, personas e información geográfica, cuya tarea principal es recopilar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados (Corte, G. 2001 como se citó en Olaya, V. 2004).

Para Moreno, (2008) 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.

En el distrito de Moche, así como en otros distritos se observa la inadecuada gestión de residuos sólidos, con respecto a sus rutas de recolección. A partir de ello, es necesario tener claro que alcanzar revertir esta situación no solo contribuirá en la salud y calidad de vida de las personas sino también en el ambiente.

Por lo tanto, con la presente investigación se busca tener conocimiento respecto al uso de los Sistemas de Información Geográfica en el manejo de los residuos sólidos municipales del distrito de Moche en el año 2021, con la finalidad de poder mejorar las rutas de recolección de Residuos Sólidos para obtener una gestión adecuada de los mismos. Sobre la base de esto, mediante esta investigación se podría contribuir en la aplicación de los enfoques teóricos que podrá ser tratados en términos de Sistemas de Información Geográfica con relación al manejo de los residuos sólidos municipales del Distrito de Moche.

Cabe señalar que, en la concepción moderna de gestión ambiental, el manejo de residuos sólidos, es considerado uno de los principales ejes que garantizan la mejora de la gestión del ambiente. Por consiguiente, se puede afirmar que la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica es una buena alternativa para la optimización de las rutas de recolección de residuos sólidos distrito de Moche, departamento de La Libertad.

Asimismo, de manera práctica, este trabajo de investigación representa una alternativa de solución ante el mal manejo de residuos sólidos y por lo tanto la contaminación generada a partir de estos, la misma que afecta a las personas y seres vivos ubicados en la zona. A través de la realización de este trabajo, se podrán generar oportunidades de mejora respecto a los métodos de manejo de los residuos sólidos sobre la base del uso de Sistemas de Información Geográfica con referencia a ello.

De acuerdo a lo establecido anteriormente se afirma que a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica se alcanzaría un mejor manejo de los residuos sólidos y con ello, obtener mejores resultados en el proceso de recolección de estos, que como se sabe es la razón fundamental de todo Ingeniero Ambiental. Finalmente, estos resultados serán referentes de consulta para otros investigadores en las áreas de Gestión Ambiental.

Respecto a lo planteado en el presente trabajo de investigación, se tomaron en cuenta algunos estudios previos relacionados. En tal sentido se tienen los siguientes estudios:

Cusco y Picón (2015) con su tesis sobre la mejora de los métodos de recolección de residuos sólidos domiciliarios mediante el uso de herramientas SIG, fue una investigación de tipo experimental. La muestra del estudio se trabajó con las rutas de recolección de residuos en la ciudad de Cuenca, se manejó las Herramientas SIG como instrumento de recolección de datos. Se concluyó que: Se aumenta la distancia productiva de recolección de la ciudad de Cuenca, evitando la pérdida de tiempo innecesario, el tiempo que se emplea para el servicio de recolección de cada predio es razonable ya que las rutas están distribuidas de acuerdo a un número máximo total

de predios asignado a cada ruta. Se tomó en cuenta este antecedente, porque pretende comprobar que el uso de Herramientas SIG mejora el sistema de recolección de residuos sólidos municipales, siendo un gran aporte para la presente investigación.

Minga y Zhiminaycela (2019) con su tesis sobre la optimización de rutas de recolección de desechos sólidos urbanos del centro Cantonal Sígsig, fue una investigación de tipo experimental. La muestra del estudio se trabajó con las rutas de recolección de residuos centro Cantonal Sígsig, se manejó los Sistemas de Información Geográfica como instrumento de recolección de datos. Se concluyó que: La optimización realizada por el medio del software ArcGIS es la adecuada. Se tomó en cuenta este antecedente, porque demuestra que el uso de Sistemas de Información Geográfica mejora el sistema de recolección de residuos sólidos municipales, siendo un gran aporte para la presente investigación.

Araiza y José (2015) con su artículo sobre la mejora de los servicios de recogida de residuos municipales con herramientas SIG, fue una investigación del tipo experimental, para optimizar las rutas para recolectar desechos sólidos. En este trabajo, el objeto de investigación es la ruta de recolección de residuos. Se concluyó que: El método propuesto utiliza datos geográficos (redes de calles y carreteras, ubicaciones de puntos/ángulos de recogida o contenedores) combinados con análisis espacial basado en un software SIG para la lograr la disminución de tiempos en el recorrido, así como en el número total de puntos de toma o esquinas y consumos de combustible. Se tomó en cuenta este antecedente, porque demuestra que el uso de Sistemas de Información Geográfica puede servir como una mejora para el sistema de recolección de residuos sólidos, siendo un gran aporte para la presente investigación.

Alvarado y Cabrera (2020) con su tesis sobre la optimización de rutas de recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramientas SIG en el distrito de Caleta De Carquín. Cantonal Sígsig, es una investigación del tipo experimental, para establecer un esquema de rutas optimizadas para recolectar desechos sólidos. En este estudio el objeto de investigación es la ruta de recolección de residuos urbanos, cada ruta comprende desde salir del depósito hasta que la disposición final de los residuos llegue al relleno sanitario de la ciudad. Se concluyó que: Mediante el uso de herramientas SIG para diseñar una ruta optimizada, el software ayuda a reducir los costos operativos de la recolección de residuos municipales en el distrito de Caleta de Carquín. Se tomó en cuenta este antecedente, porque demuestra que el uso de Sistemas de Información Geográfica mejora el sistema de recolección de residuos sólidos municipales, siendo un gran aporte para la presente investigación.

Flores (2018) en su tesis sobre gestión de residuos sólidos a través de Sistemas De Información Geográfica en el distrito de Huancavelica, es una investigación del tipo aplicada, porque se hizo uso de los conocimientos preexistentes, y se recolectó los datos de los fenómenos tal y como se encuentran en un contexto dado. En este trabajo la población estuvo constituida por toda el área que comprende la ciudad de Huancavelica, siendo esta misma la muestra de estudio. Se concluyó que: 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. Se tomó en cuenta este antecedente, porque su objetivo principal es la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para mejorar el manejo de los residuos sólidos, siendo un gran aporte para la presente investigación.

Correa (2018) en su propuesta de mejora del sistema de recolección de residuos sólidos municipales de Chiclayo para reducir el impacto ambiental, fue una investigación del tipo aplicada, porque se realizó un diagnóstico y se planteó un diseño de mejor, asimismo, se recolectó los datos de los fenómenos tal y como se encuentran en un contexto dado. En este trabajo la población estuvo constituida por toda el área que comprende la ciudad de Chiclayo, siendo esta misma la muestra de estudio. Se concluyó que: En el diagnóstico de la situación actual del Servicio de recolección de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo, se identificó que los procesos no están establecidos, no hay una planificación y buen control del personal y unidades compactadoras, no cuentan con una ruta establecida para cada zona, lo que genera la creación de puntos críticos; además de ello, finalmente con el diseño de rutas propuesto, tomando las zonas de estudio, y empleando la metodología SIG- software ArcGIS, se logra reducir el tiempo de recorrido en un 50% y la distancia aproximadamente trae beneficios en el ahorro de combustible, y se garantiza un recorrido de recolección de residuos sólidos más eficiente. Se tomó en cuenta este antecedente, porque su objetivo principal fue la propuesta de mejora del sistema de recogida de residuos urbanos para reducir el impacto ambiental, y así dar solución a los problemas que afronta este servicio aplicando Sistemas de Información Geográfica para mejorar el manejo de los residuos sólidos, siendo un gran aporte para la presente investigación.

Respecto a los Sistemas de Información Geográfica, Palacio (2017) afirma que son varias las definiciones que en la bibliografía actual se encuentran sobre los SIG y parten de que son programas informáticos de análisis espacial. No son sólo medios de visualizar datos, sino también medios para trabajar con esos datos y que contando

con las variables que describen un espacio, prevén su evolución futura y plantean alternativas que pueden ser evaluadas.

En tal sentido, la unidad del Pacífico Sur CIESAS (2016), los define como una integración estructurada de hardware, software y datos geográficos para recopilar, almacenar, manipular, analizar y mostrar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

Asimismo, De la Cruz (2019) lo define como un software específico que facilita la interpretación de la información geográfica de un espacio físico determinado. Este tipo de software facilita el tratamiento de la información, de tal manera que se puede relacionar de manera visual en un mapa. El sistema debe integrar tecnología informática, personas e información geográfica, y su función principal es recopilar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados. La razón principal de la utilización de un SIG es poder gestionar la información espacial. Esto se logra a través de diferentes capas las cuales se almacenan de forma Ráster y Vectorial.

A partir de lo anteriormente mencionado, CIESAS (2016) asume que los SIG tienen básicamente cuatro funciones; la primera es la función para la entrada de la información, es decir, una vez obtenida la información, hay que preparar esa información para que sea entendida por el SIG. Habitualmente, este proceso consiste en convertir la cartografía analógica a formato digital mediante la digitalización o similares. Posteriormente, existe un proceso de corrección de errores de la etapa anterior. Hoy en día, la obtención de cartografía digitalizada se realiza de un modo más sencillo al existir mayor oferta en el mercado, siendo el principal proveedor el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Del mismo modo será

necesario obtener la información temática que acompaña al SIG. Aunque muchos SIG poseen su propio sistema de edición y gestión de bases de datos, la mayoría se basa en bases de datos relacionales exteriores. Los propios SIG pueden adaptar estas bases de datos o bien conectarse a ellas con una relación cliente/servidor (SQL Server).

La segunda, es la función para la representación gráfica y cartográfica de la información, se refiere a las actividades que sirven para mostrar al usuario los propios datos incorporados en la base de datos relacional del SIG, y los resultados de la operación analítica realizados sobre ellos. Esto da como resultado los mapas, gráficos, tablas que serán utilizados para las presentaciones bien en formato informático o sobre papel. CIESAS (2016)

La tercera función es la de gestión de información espacial, de esta forma aprovechamos las bases de datos, la que tiene información espacial y la temática, para realizar consultas y obtener lo que se desea de la cartografía. CIESAS (2016)

Finalmente, la función analítica, que facilita el procesamiento de los datos integrados en el SIG de modo que sea posible obtener mayor información, y con ella mayor conocimiento del que inicialmente se disponía. Esta es una de las características más utilizadas en un SIG, ya que, gracias a ella, se pueden estudiar simulaciones sobre un mismo caso para, de esta manera, obtener un mejor análisis. De todas las funciones analíticas, una de las utilizadas es, por ejemplo, el análisis de redes. CIESAS (2016).

Además de ello, según Atahua (2017), un Sistema de Información Geográfica (GIS) es un sistema para la gestión, análisis y así mismo para la visualización de la información geográfica que se estructura de la siguiente manera: Mapas Interactivos, los cuales proporcionan una visión dinámica de la información geográfica que nos

permite analizar en base a indicadores para dar respuesta e interpretar. Dichos Mapas brindan al usuario final herramientas básicas y necesarias para interactuar con la información geoespacial. Los Datos Geográficos, que son la información vectorial y ráster, entidades que cuantifican el estado o distintos fenómenos procedentes de estudios. Modelos de geoprocésamiento, forman parte de la estructura de un SIG, los cuales son flujos de procesos que nos permiten automatizar actividades o tareas, para así reducir los tiempos en geoprocésamiento. Asimismo, los modelos de datos, que permiten describir la información geográfica en la Geodatabase, es más que un conjunto de tablas almacenadas en un Sistema gestor de base de datos; al igual que otros sistemas de información se añaden las reglas de comportamiento e integridad de la información. Y finalmente, los metadatos, que permiten al usuario organizar, realizar búsquedas y acceder a información geográfica compartida. Cualquier catálogo de metadatos debe tener herramientas disponibles para generar, editar y sincronizarse de forma automática con la información que describen los metadatos.

Del mismo modo, un Sistema de Información Geográfica está conformado por cinco elementos, según Chambilla (2019), los cuales son cinco: la red, tecnología, datos, métodos y organizaciones. En tal sentido, el principal componente de un SIG, es la red, su importancia estriba en que, sin esta, la rápida comunicación es imposible. Por ello, es que presenta numerosas ventajas, pues no se necesita descargar grandes cantidades de datos ni instalar un software. El segundo componente fundamental del SIG es la tecnología, esta viene definida por el software y el hardware. Mediante el primero, el usuario interactúa directamente con el sistema, al permitir llevar a cabo las distintas operaciones SIG de entrada y salida de información. El segundo, funciona como soporte lógico que organiza, dirige y da consistencia a todo el sistema. El tercer componente, son los datos, los cuales son el componente que

representa la realidad, puesto que permiten enlazar las situaciones y las aplicaciones específicas. a la vez que permiten enlazarla a situaciones y aplicaciones. En este sentido, los datos son la representación de hechos y se caracterizan por ser el antecedente para el conocimiento. Por su parte, los métodos tienen la finalidad de establecer la estructura de un SIG y, por ende, implementar aplicaciones que sustenten la toma de decisiones. En tal sentido, la elección de un buen método determinará el éxito o fracaso del proyecto.

Y, por último, las organizaciones son fundamentales en todo SIG, ya que en función a ellas adquiere un sentido un sistema de información geográfica, pues estas funcionan como elementos integradores, pues enlazan diversos mecanismos de control y, sobre todo, mantienen la calidad de los trabajos realizados (Chambilla, 2019).

Por otro lado, Flores (2017) determina que para poder comprender de un modo más completo toda la tecnología de los SIG, se debe detallar varias de sus aplicaciones actualmente desarrolladas. Cada aplicación es fundamentalmente un desarrollo particular del programa de SIG utilizado. Estos avances se pueden dar en diferentes campos de la tecnología, tales como, el inventario y gestión de los recursos naturales, planificación y gestión urbana, catastros y sistema de información catastral, geodemografía y marketing, localizar comercios, determinar las zonas más propicias para lanzar campañas publicitarias, creación de distritos geográficos homogéneos en cuanto a alguna característica predeterminada, análisis de la penetración en el mercado de productos comerciales, transporte, entre otros.

Junto a estas aplicaciones básicas, se están abriendo unas nuevas que tendrán los SIG como una herramienta más de trabajo. Entre ellas cabe destacar todo tipo de

aplicaciones medioambientales, que abarcan desde la gestión de residuos hasta el análisis de los acuíferos para ver la contaminación producida por un vertido incontrolado.

Los estudios de Impacto Ambiental se pueden realizar también de una manera más fácil y cómoda en el caso, por ejemplo, del trazado de carreteras, de construcciones de presas, etc. En definitiva, los SIG tienen su utilización en aquellas empresas que en su trabajo normal utilicen mapas y basen muchas de sus decisiones en criterios geográficos. Es en este caso cuando todas las herramientas gráficas de análisis adquieren todo su potencial, ya que sin el concurso de la informática la toma de decisiones para una gestión correcta es más compleja. Flores (2017)

Respecto a los residuos sólidos, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014), los precisa como sustancias, productos o subproductos que su generador elimina. A menudo se considera que no son económicamente valiosos y generalmente se les conoce como basura. Sin embargo, en la actualidad se lo puede definir como cierta cantidad de un producto o su proveniente que resulta después de su aplicación o uso, por tal razón, no se puede seguir considerando que los residuos sólidos son materiales inservibles, pues ahora una gran parte de estos cuentan con un valor económico. (Sánchez, 2015)

De acuerdo a lo afirmado por el D.L 1278 (Ley de Gestión Integral de residuos sólidos), los residuos sólidos se categorizan de acuerdo a origen, gestión, peligrosidad.

Según el origen, los residuos sólidos se categorizan en: residuos domiciliarios, los cuales son originados por los quehaceres domésticos que se realizan en los hogares, como desechos de alimentos, revistas, latas, botellas, etc.

Residuos comerciales, generados por asentamientos comerciales que ofrecen bienes y servicios, como el papel, plástico, diversos envases, residuos de higiene personal, etc.

Restos de limpieza de áreas públicas, producidos por los trabajos de barrido y aseo de calles, plazas, caminos y otros espacios públicos, tales como papel, envoltura, desmontes, etc.

Residuos de instituciones de atención de salud, provenientes de la atención médica y los procesos y trabajos de investigación realizados en los establecimientos médicos como: instituciones y centros de salud, clínicas y hospitales, laboratorios clínicos, y otros relacionados, tales como agujas, algodones, gasas, entre otros.

Residuos industriales, provenientes de las actividades industriales, tales como la fabricación, minería, productos químicos, la energía, la pesca y similares, tales como lodos, cenizas, plásticos, vidrio, papel, escorias metálicas que por lo general se mezclan con materiales peligrosos.

Residuos de actividades de construcción, procedente de la edificación y derrumbamiento de obras, principalmente inertes, como piedras, madera, ladrillos y desmontes.

Residuos agropecuarios, provenientes de las actividades agrícolas y ganaderas, tales como contenedores de fertilizantes, agroquímicos, pesticidas, etc.

Y por último residuos provenientes de actividades especiales, generados en infraestructuras, que suelen ser grandes y arriesgados de operar para proporcionar algunos servicios que pueden ser estatales o particulares, tales como residuos que provienen de las plantas de tratamiento de aguas residuales, puertos, etc. (OEFA, 2014).

Por su gestión los residuos pueden ser municipales, de los cuales son responsables las municipalidades provinciales y distritales, generalmente son desechos domésticos (restos de comida, papel, descartables, envases, etc.); comerciales (papel, embalaje, restos de la higiene personal, etc.) y actividades que generan residuos, los cuales deben desecharse en los vertederos.

Los residuos no municipales son los que, por sus propiedades o gestión a la que deberían estar expuestos, podrían presentar una amenaza para la vida o el ambiente, tales como los desechos metálicos que contienen mercurio o plomo, pesticidas, fertilizantes, entre otros. Este tipo de residuos deben ser desechados en rellenos o vertederos especiales. (OEFA, 2014).

Los residuos según peligrosidad, son: peligrosos y no peligrosos. Los desechos peligrosos, que debido a sus propiedades o la gestión a la que están o estarán sujetos, suponen una amenaza para el ambiente y la salud. Se caracterizan por ser explosivos, de rápida combustión, corrosivos, reactivos, tóxicos, radiactivos o patógenos. Este tipo de desechos deben ser dispuestos en rellenos de seguridad. Es necesario afirmar que dentro de este grupo se incluyen los residuos sólidos procedentes de los servicios de salud, normados por N.T. N.º 008-MINSA/DGSP-V.01 aprobada por la R. M. N.º 217-2004-MINSA. Además, el código penal indica en su artículo 279º que se castigará con una sanción de prohibición de libertad por seis años como mínimo y quince años como máximo, a quien genere, almacene, provisione o tenga ilegalmente bajo su dominio algún material, explosivo, inflamable, asfixiante o tóxico o alguna sustancia destinada a su elaboración.

Los residuos no peligrosos son los que no poseen las características mencionadas anteriormente. Por lo tanto, debe enfatizarse que, en general y sin estar lejos del contexto actual, los desechos peligrosos no son manejados por los municipios y que

los residuos municipales no suponen un peligro para la vida de los habitantes y el ambiente; por el contrario, es necesario agrupar un conjunto de desechos no nocivos de administración no municipal, que serán los que no se ubicarían en ninguna de las dos clasificaciones de residuos (peligrosos o no peligrosos) y que, en consecuencia, en general, tienen sus propias regulaciones. Un ejemplo, son los desechos provenientes de las labores de edificación y derrumbamiento, desechos electrónicos: RAEE y desechos industriales. Además de ello, el sector industrial que genere dichos residuos se hará cargo de su supervisión (OEFA, 2014).

De acuerdo a su naturaleza, pueden ser orgánicos, de origen biológico (vegetal o animal), los cuales pueden descomponerse de forma natural. Controlados adecuadamente, pueden reutilizarse como fortalecedores de la tierra y fertilizantes (OEFA, 2014). Y residuos inorgánicos, los cuales no se degradan fácilmente. Se pueden reaprovechar mediante procedimientos y técnicas de reciclaje (OEFA, 2014).

Los residuos sólidos municipales (RSM), también llamados basura, desechos o residuos, se componen de residuos orgánicos (alimentos, sobras de comida, etc.), papel, madera, cartón y normalmente materia inorgánica como plástico, metal y vidrio, que generalmente provienen del trabajo doméstico, edificios, servicios públicos e instalaciones comerciales, además de desechos de origen industrial que no se deriven de sus procesos. Asimismo, sostiene que la gestión de los residuos sólidos forma un ciclo en donde se encuentran estrechamente vinculadas diversas etapas, que abarcan generación, segregación, recolección, reaprovechamiento, tratamiento, almacenamiento y tratamiento final, todo esfuerzo realizado en algunas de las etapas presentadas debe tener un impacto directo en las demás.

En la presente investigación, nos centraremos en el tema de Recolección de Residuos Sólidos Municipales y sus rutas. Según el D.S. N° 014-2017-MINAM - Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278(2017) nos dice brevemente que: “La recolección comprende las actividades de recolección de residuos sólidos para su posterior transporte y manejo”, la municipalidad dependiente de la autoridad central, propone para mejorar este plan de servicio y llevarlo paso a paso gradualmente. Esto también se establece en el art. 29 que los tipos de vehículos utilizados para las obras de recolección y transporte varían de acuerdo a su capacidad: también enumera dos tipos de vehículos de recolección y transporte de residuos sólidos, vehículos comunes, incluyendo compactadores, vehículos ferroviarios, Camiones Portacontenedores Pesados y camiones similares. Así como vehículos convencionales como triciclos (bicicleta y motorizados), camiones, mulas y remolques de botes. También menciona los lineamientos necesarios que se deben tener en cuenta al realizar estas tareas, tales como enrutamiento, horario de recogida, frecuencia de recogida, difusión de frecuencias, rutas y horarios, contabilizando cargos diferenciales por servicios municipales.

Primeramente, los aspectos a considerar son los métodos de recolección basados en estándares, como la tecnología de los equipos de recolección, que se clasifican en métodos mecanizados, semimecanizados y manuales. Los primeros dos métodos se utilizan en áreas de alta producción diaria de energía, a menudo muy urbanizadas, mientras que el tercer método se usa a menudo con equipos únicos y se utiliza en áreas con acceso deficiente o baja producción diaria de energía, generalmente en zonas rurales con poca actividad comercial. También se puede clasificar según el tipo de demanda, para demanda continua y demanda discreta existen dos métodos: continuo y semicontinuo. (SEDESOL, 1997) Debido a las necesidades del servicio y

la tecnología utilizada, que están relacionadas con el nivel de servicio requerido y la participación del usuario, se proponen diferentes enfoques, entre ellos: Tope de ángulo o método fijo. (Demanda de mecánicas semidiscretas con alta implicación del usuario). Ley de aceras. Necesidad semimecánica continua, participación moderada del usuario, cuando el vehículo receptor pase a una hora específica, recoja un contenedor de basura colocado por el usuario en la acera, que debe establecer un horario fijo para que el automóvil pase a la hora asignada., el usuario sabe que el vehículo receptor debe moverse a baja velocidad y tiene una señal que indica que el vehículo se acerca. Este método es uno de los más costosos y requiere mucho compromiso porque las mascotas como perros y gatos pueden romper bolsas y derramar desechos si se dejan en la acera por largos períodos de tiempo. Para evitarlo, los usuarios pueden utilizar canastas elevadas o bolsas herméticas para evitar que las mascotas las rompan, pero esto generará costos adicionales para los usuarios que utilicen los servicios Intradomiciliario o de Llevar y Traer (demanda semimecanizada, semicontinua, pocos o ningún usuario incómodo). método del contenedor. Se debe tener cuidado al mecanizar con una alta participación del usuario. (SEDESOL, 1997)

Tirado Meléndez (2016) dice que dado que la optimización de rutas puede entenderse como todas las actividades que contribuyen a la mejora de la función de entrega, podría ser Nivel de servicio, mejora de la calidad, reducción de costes. Destacar que, en la gestión de residuos sólidos, la recogida puede ser uno de los servicios más costosos si no se dispone de forma adecuada. Entre otras cosas, la optimización de rutas puede ayudarlo a reducir los costos de mano de obra, el mantenimiento y el consumo de combustible. En este sentido, la optimización de la recolección de residuos sólidos debe enfocarse en las siguientes actividades,

selección de vehículos, diseño de rutas, utilización de personal, cobertura, frecuencia de recolección y tiempos necesarios de recolección y transporte. desperdicio. Al optimizar el sistema de recolección, se debe tener en cuenta que el servicio de recolección debe implementarse al menor costo posible, en beneficio de la mayoría de los usuarios, mientras se brindan servicios consistentes y eficientes. (Tirado Meléndez, 2016). A partir de lo anteriormente mencionado, se puede afirmar que la presente investigación se basará en la mejora y/o creación de rutas a partir de datos e información geográfica procesados en un software de Sistema de Información Geográfica (SIG). El software utilizado en este estudio es ESRI ArcGIS 10.5, que incluye una extensión llamada Network Analyst (NA), que se basa en un algoritmo matemático llamado "Algoritmo de Dijkstra" o "Algoritmo de ruta limitada". La información que se recopilará, incluido un mapa del sitio con atributos definidos, un mapa de diseño de carreteras y un mapa de intersección de calles, en este caso denominada "intersección", debe incluirse en la sección software en un formato reconocible para que el software reconozca e insertar como una capa.

### **1.1. Formulación del problema**

¿De qué manera se puede optimizar la ruta de recolección de residuos sólidos municipales haciendo uso de la herramienta SIG en el distrito de Moche - 2022?

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

- Diseñar un esquema optimizado de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales haciendo uso de la herramienta ArcGIS en el Distrito de Moche

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la ruta actual de recolección de residuos sólidos municipales del Distrito de Moche.
- Modelar Rutas de recolección de residuos sólidos municipales empleando la herramienta ArcGIS en el Distrito de Moche
- Identificar las mejoras en el desempeño del servicio de Recolección en comparación a la ruta existente en el Distrito de Moche.

### **1.3. Hipótesis**

#### **1.3.1. Hipótesis General**

- El diseño de un esquema optimizado de rutas permitirá mejorar la recolección de residuos sólidos municipales en el Distrito de Moche

#### **1.3.2. Hipótesis específicas**

- Determinar la ruta actual de recolección permitirá optimizar la recolección de residuos sólidos municipales en el Distrito de Moche.
- La herramienta ArcGIS permitirá modelar diferentes Rutas de la herramienta ArcGIS en el Distrito de Moche.
- La comparación entre la ruta propuesta con la ruta existente nos permitirá identificar las mejoras en el desempeño del servicio de recolección de residuos sólidos municipales en el Distrito de Moche.

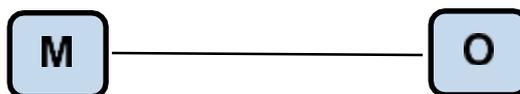
## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

En la presente investigación los datos fueron recolectados y analizados por lo que el objeto del estudio fue un estudio descriptivo simple encaminado a establecer un modelo de ruta optimizada para la recolección de residuos sólidos. Según Tamayo y Tamayo (2006), el tipo de investigación descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos; el enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo, cosa funciona en el presente: la investigación trabaja sobre realidades de hecho, caracterizándose fundamentalmente por presentarnos una interpretación correcta.

Asimismo, es la forma más elemental de investigación a la que puede recurrir un investigador. En este diseño el investigador busca y recoge información actual con respecto a una situación previamente determinada (objeto de estudio), no presentándose la administración o control de un tratamiento (Sánchez-Reyes, 1998). En esta investigación no podemos suponer la influencia de variables extrañas, nos limitamos a recoger la información que nos proporciona la situación actual.

La representación esquemática de este diseño es:



Donde:

M: Muestra, rutas de recolección de Residuos Sólidos Municipales

O: Información relevante obtenido de las observaciones

## 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

### 2.2.1. Población y ubicación del área de estudio

En este estudio se exploran 5 rutas de recolección de residuos domésticos, y cada ruta conduce desde la salida de la bodega hasta el sitio de disposición final de residuos, y finalmente a los rellenos sanitarios municipales.

### 2.2.2. Muestra

Después de la visita a la municipalidad distrital de Moche se obtuvo la información que actualmente se recorren 5 rutas, de las cuales 4 se distribuyen de lunes a sábado en los horarios de 8 a.m. a 12 p.m. para el recojo de residuos sólidos domiciliarios y el quinto para la recolección de los residuos sólidos generados por restaurantes en la campiña que es el día sábado al mismo horario.

(Ver tabla 1)

Por lo que en este caso la muestra será las 4 rutas de recolección de residuos sólidos domésticos.

**Tabla 1**

*Rutas actuales de recolección de residuos sólidos municipales*

<b>Rutas</b>	<b>Horario</b>
Curva de Sun – El Palmo – Barrio Nuevo	8am a 12pm
Condominios Sol de Las Delicias, Montemar	8am a 12pm
Miramar	8am a 12pm
Moche Pueblo, El Paraíso, San Isidro	8am a 12pm
Restaurantes campiña	8am a 12pm

*Fuente: Elaboración Propia*

## 2.3. Materiales, instrumentos y métodos:

### 2.3.1. Materiales:

Insumos cartográficos (shapefiles) de los diferentes criterios de selección.

**Tabla 2**  
*Datos cartográficos*

<b>Datos</b>	<b>Fuente</b>
Límites: departamental, provincial, distrital.	Instituto Geográfico Nacional
Red vial nacional	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Red vial departamental	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Red vial vecinal	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Casco Urbano	Instituto Geográfico Nacional

*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.3.2. Instrumentos:

Los equipos utilizados fueron los siguiente:

- Computador Intel Core I7

Los programas utilizados fueron:

- ArcGIS 10.5
- Network Analyst (Herramienta de ArcGIS 10.5)
- Google Earth Pro

### 2.3.3. Método:

En este trabajo se utilizarán las herramientas SIG, en la búsqueda de la optimización en tiempos de recorrido y distancias, así como en el consumo de combustible (lo cual significa menos gases contaminantes al medio ambiente).

Por lo tanto, ESRI®, ArcGIS 10.5 y su extensión Network Analyst se utilizan para

realizar análisis de red, ya sean tuberías de alcantarillado, bandejas de cables y, en este caso, enrutamiento, calles y callejones como elemento de red, lo que también permite macro y micro configuración y partición, e interacción con las diversas características presentadas por el mapa local.

El método propuesto se divide en tres partes determinando consecutivamente el procedimiento de determinar la ruta actual, luego diseñar la ruta de recolección, y finalmente comparar la ruta propuesta con la ruta actual para calcular la eficiencia de esta ruta.

- **Reconocimiento de la ruta actual:** Para entender la ruta que está recorriendo actualmente el camión recolector y medirla para compararla con la que recomendamos, necesitamos completar una serie de datos presentados en la Tabla 3, los cuales obtendremos utilizando AutoCAD en formato de mapa de ruta y estudios de caracterización de residuos sólidos proporcionados por la oficina de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Moche.
  
- **Diseño de las rutas de recolección:** Para diseñar la ruta de recolección, primero se construirá una red de transporte en la zona utilizando el programa ArcGIS 10.5 y su extensión Network Analyst, con la cual podremos generar un dataset que contiene información espacial necesaria para el diseño y uso del tráfico Datos obtenidos en el sitio web.
  
- **Análisis de las rutas de recolección:** Para el análisis de las nuevas rutas se realizará en base a la comparación de los beneficios obtenidos entre la ruta actual y la ruta propuesta para lo cual se muestra a continuación la tabla 3 que contiene los aspectos para su comparación y posterior evaluación.

**Tabla 3**

*Especificaciones técnicas del camión recolector.*

ASPECTOS A EVALUAR	ACTUAL	PROPUESTA
Tiempo de recolección(min/día)		
Distancia recorrida(km/día)		
Frecuencia de recolección		

*Fuente: Elaboración propia*

- **Georreferenciación:** Para identificar las rutas de recolección, se acompañaron a los recolectores de desechos en su recorrido diario por las diferentes calles de la ciudad. En el levantamiento de datos se utilizó el GPS para móvil Mi Ruta, de tipo PDA (Asistencia Personal Digital). Esta es una aplicación de navegación gratuita para teléfonos móviles que utilizan el sistema operativo Android. Se utilizó este tipo de GPS porque es una aplicación gratuita, de fácil manipulación, no necesita conexión a internet para poder navegar y acceder a los mapas ya que al descargarlo los mapas son guardados en la tarjeta de memoria. Los datum usados en Perú son el WGS84 (World Geodetic System 1984), y la proyección realizada es la Universal Transverse Mercator (UTM) que es de tipo cilíndrica y es aplicable en diferentes elipsoides. El datum usado en el presente estudio es el WGS84. Los datos de geoposición fueron usados para graficar las diferentes vías y calles que los recolectores recorren para cumplir con el servicio de recolección en el Distrito de Moche. En la tabla 4 se mencionan las especificaciones técnicas de los vehículos que realizan la recolección de los residuos sólidos.

**Tabla 4**

*Especificaciones técnicas de los vehículos encargados de la recolección de RRSS*

<b>VEHÍCULO 1: CAMIÓN DE CARGA</b>	
<b>Características</b>	<b>Datos</b>
Año	1998
Fabricante	DINA
Modelo	531
Cabina	Cabina Estándar
Tipo de motor	Cummins V6-155
Potencia	155 HP
Tipo de combustible	Diesel
Transmisión	Manual
Ubicación del volante	Lado Izquierdo
<b>VEHÍCULO 2: COMPACTADOR</b>	
<b>Características</b>	<b>Datos</b>
Año	2022
Fabricante	HINO
Modelo	GH
Cabina	Cabina Estándar
Tipo de motor	Hino J08E-WB
Potencia	260(191) KW (cv)
Tipo de combustible	Diesel
Transmisión	Manual
Ubicación del volante	Lado Izquierdo
<b>VEHÍCULO 3: CAMIÓN DE CARGA</b>	
<b>Características</b>	<b>Datos</b>
Año	1995
Fabricante	FORD
Modelo	8000
Cabina	Cabina Estándar
Tipo de motor	turbo diésel
Potencia	175 KW (cv)

Tipo de combustible	Diesel
Transmisión	Manual
Ubicación del volante	Lado Izquierdo

#### VEHÍCULO 4: CAMIÓN DE CARGA

Características	Datos
Año	2007
Fabricante	HINO
Modelo	GH1-JMUA-TGL
Cabina	Cabina Estándar
Tipo de motor	HINO J08C-TT
Potencia	21 HP
Tipo de combustible	Diesel
Transmisión	Manual
Ubicación del volante	Lado Izquierdo

#### VEHÍCULO 5: CAMIÓN DE CARGA

Características	Datos
Año	1987
Fabricante	VOLVO
Modelo	N7S54
Cabina	Cabina Estándar
Tipo de motor	TD 121 G
Potencia	315 KW (cv)
Tipo de combustible	Diesel
Transmisión	Manual
Ubicación del volante	Lado Izquierdo

#### VEHÍCULO 6: CAMIÓN DE CARGA

Características	Datos
Año	2012
Fabricante	VOLKSWAGEN
Modelo	24.250E
Cabina	Cabina Estándar
Tipo de motor	Cummins Interact 6.0
Potencia	184 (250) KW (cv)
Tipo de combustible	Diesel
Transmisión	Manual

Ubicación del volante	Lado Izquierdo
-----------------------	----------------

*Fuente: Municipalidad Distrital de Moche*

- **Recopilación de información:** Estos datos fueron obtenidos con ayuda del plano vial el cual está en formato AutoCAD, este plano sirve como base para poder trazar las rutas que sigue el camión recolector, así como conocer las longitudes de las calles y avenidas. También obtendremos datos importantes del estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito de Moche proporcionado por la oficina de gestión ambiental de la municipalidad distrital de Moche tales como el volumen, peso y densidad de los residuos, además de la cantidad de población beneficiada con el servicio de recolección de residuos sólidos. Realizando visitas a campo y entrevista a los trabajadores para conocer de cerca la realidad de este servicio y acompañando a los camiones recolectores para poder medir el tiempo (mediante un cronómetro) que realizan y calcular la velocidad promedio de todo el recorrido de las rutas existentes (Plano AutoCAD). Los datos que se obtuvieron del proceso de recolección de residuos sólidos se distinguen en la tabla 5.

**Tabla 5**  
*Información obtenida de la ruta actual.*

Lugar	Residuos Generados (Tn/día)	Total, de habitantes	Habitantes Beneficiados	Fuentes de Generación	Frecuencia de Recolección (día/sem)
Moche	29.8723	42 798	42 798	Domiciliaria y comercio	6/1

*Fuente: Municipalidad Distrital de Moche*

- **Creación de mapa con la ruta actual:** Después de obtener los datos y con ayuda del mapa en AutoCAD, antes de esto se eliminan las capas innecesarias en el programa AutoCAD dejando solo las líneas de polígono y los polígonos que componen la estructura de atributos. Para que ArcMap lo reconozca, se

transfiere el archivo de AutoCAD a ArcGIS 10.5 y se importa el mapa a la ventana de ArcMap.

- **Conversión a shapefile:** una vez importado el archivo CAD a la plataforma de ArcGIS aparecerán dos tipos de capas líneas y polígonos. Para convertir los polígonos a shapefile se selecciona la caja de herramientas (Arctoolbox) y se sigue la secuencia *Arctoolbox>herramientas de administración de datos>Entidades>de entidad a polígono*; una vez convertido, quedará un archivo creado con la extensión .shp lo cual indica que ya se ha convertido, se hace el procedimiento para convertir las líneas a shapefile (.shp); en la tabla de contenido se despliega la barra de opciones sobre la capa líneas obtenido del plano de AutoCAD, se abre la opción data y se selecciona guardar como archivo shp. Luego se realiza la georreferenciación con el sistema de coordenadas proyectadas WGS 84 UTM Zona 17S correspondiente a la zona horaria 17S de Perú (Este sistema es el más recomendado en nuestro país).

Seguido se crea una nueva capa de líneas indicando las rutas actuales identificadas.

Finalmente, se crea una capa de puntos indicando las zonas críticas de acumulación de residuos sólidos el cual se adjuntará a la vista junto con los otros dos shapefiles creados.

Las rutas existentes del Distrito de Moche se pueden observar en la siguiente figura:



**Figura 1:** Ruta actual de recolección de residuos sólidos. Elaborado con el software ArcGIS 10.5

- **Diseño de Rutas de recolección propuesta:** Para el diseño de la ruta de recolección propuesta se sigue una serie de pasos los cuales se describen detalladamente a continuación:

a) **Recolección de datos espaciales:** La necesidad básica son los mapas viales y planos habitacionales que nos brinda COFOPRI, los cuales son puestos a nuestra disposición por los municipios en formato digital, para poder extraer de ellos datos como nombres, direcciones y direcciones de avenidas y calles, calles cerradas y/o calles de bolsillo. Algunos datos necesarios también se recopilan en el sitio durante el diagnóstico de la ruta existente, como la generación diaria de desechos y la ruta de recolección existente; siguiendo el planteamiento de Araiza (2015), después de obtener todos los

datos necesarios, se crean los mapas y conjuntos de datos necesarios para este trabajo.

**Tabla 6**

*Datos recopilados de información geográfica.*

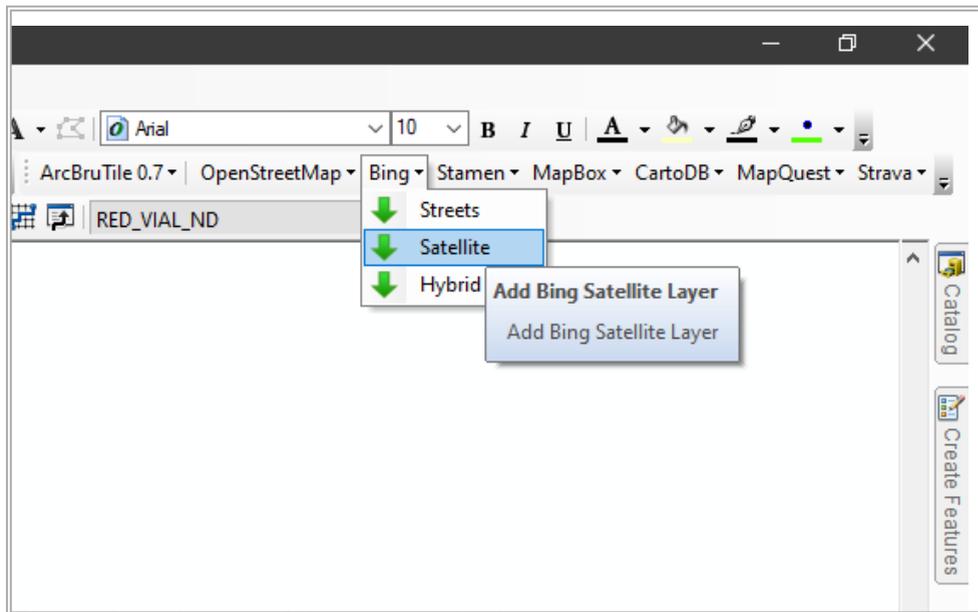
<b>DATO ESPACIAL</b>	<b>TIPO</b>	<b>GEOMETRÍA</b>
Red vial de calles y carreteras de las localidades	Vectorial	Polilínea
Ubicación espacial de paradas o contenedores	Vectorial	Punto
Rutas de recolección existentes	Vectorial	Polilínea
Atributos de red y restricciones	Tabular	NA
Datos de población y generación de RSU	Tabular	NA

*Fuente: Municipalidad Distrital de Moche*

b) **Creación de redes:** Para ello utilizaremos el programa ArcBrutle, mediante el cual podremos obtener imágenes de satélite de referencia para nuestro seguimiento. La red de transporte del área se construye utilizando ESRI ArcGIS 10.5, sus plataformas ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox. Gracias a este programa podremos crear un conjunto de datos que contenga la información espacial necesaria para llevar a cabo el proyecto, utilizando datos ya obtenidos en campo. Se brindan datos en el estado actual (mapa inmobiliario y red vial) en las comunas y barrios correspondientes al área de estudio.

Cuando se cree el mapa temático durante el diagnóstico de la situación actual, crearemos un nuevo archivo de formas de puntos, que serán los nodos que representan la intersección de calles y avenidas, para que las condiciones requeridas para aplicar el algoritmo a través de la extensión Network Analyst cumplan con los mínimos caminos.

- c) **Georreferenciación de imagen satelital:** Para facilitar la identificación de las vías se descarga una imagen satelital que abarque todo el distrito de Moche con sus coordenadas, la cual será adicionada a la plataforma ArcMap, para ello se realizan los siguientes pasos: habilitar el programa ArcBrutile y en la barra de menús se selecciona *Mapas > Bing > Satellite*, una vez hecho esto se cargará el mapa satelital.

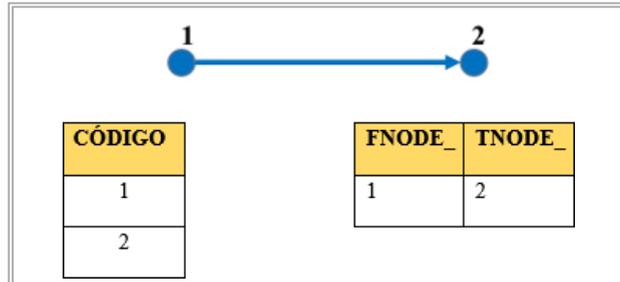


**Figura 2:** Selección del mapa satelital

Fuente: Elaboración con capturas obtenidas de la herramienta ArcBrutile del programa ArcGIS

- d) **Creación de los nodos:** En la misma carpeta que las imágenes satelitales que se muestran, se crea un nuevo archivo de forma de punto y se relaciona con las coordenadas proyectadas del área 17S del WGS 84 UTM. Luego se editan los nodos como deberían estar al final de cada intersección y sección. Luego, para editar puntos, se va a la capa "Nodo" y se abre "Editar objetos", para facilitar este proceso, se abre la barra de herramientas y se agrega el editor para un acceso más rápido a las herramientas de edición, una vez añadido ir a *Editor>Ventanas de edición>Crear entidades*, una vez realizado el procedimiento aparecerá una pestaña seleccionar "Nodos" y

Punto en Herramienta de construcción y con el cursor ya se puede empezar a editar los puntos teniendo como base la imagen satelital georreferenciada ya descargada.



**Figura 3:** Representación gráfica de los nodos iniciales y finales. Elaboración Propia

En este paso, se selecciona cada punto creado, se va a la capa de nodo y se abre las propiedades donde se necesita agregar números incrementales para cada punto. Finalmente, se termina de editar en la barra de edición terminada.

FID	Shape *	Id	CÓDIGO	NAME	Service_ti
0	Point	0	1	PUNTO_1	1
1	Point	0	2	PUNTO_2	1
2	Point	0	3	PUNTO_3	1
3	Point	0	4	PUNTO_4	1
4	Point	0	5	PUNTO_5	1
5	Point	0	6	PUNTO_6	1
6	Point	0	7	PUNTO_7	1
7	Point	0	8	PUNTO_8	1
8	Point	0	9	PUNTO_9	1
9	Point	0	10	PUNTO_10	1
10	Point	0	12	PUNTO_12	1
11	Point	0	13	PUNTO_13	1
12	Point	0	14	PUNTO_14	1

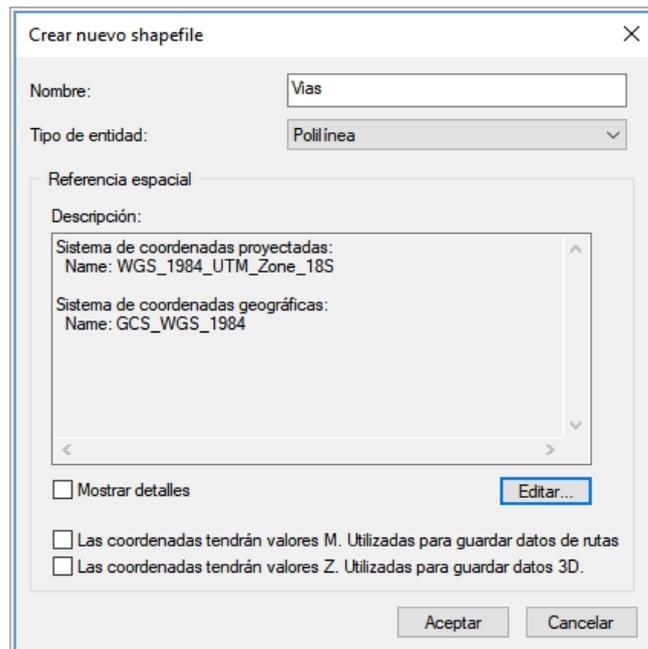
**Figura 4:** Colocación de los códigos en la tabla de atributos en el shp de puntos. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5

Después de editar el punto, se va a la capa del nodo, se busca la pestaña "Etiqueta" en las propiedades, en el campo "Campo de etiqueta", se busca y selecciona el campo "Id", y finalmente se acepta. Se vuelve a la capa Nodos y se habilita la opción Etiquetar características. Esto facilitará completar los campos FNODE y TNODE en la capa de transición.



**Figura 5:** Vista superior de los nodos que se van creando en todas las intersecciones de interés. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5

e) **Creación de la capa de vías:** Esta nueva capa será el nuevo archivo de forma de polilínea. En la misma carpeta que la capa del botón y la imagen TIFF, se crea un nuevo archivo de forma de polilínea, que también debe estar en el mismo sistema de coordenadas que las otras capas. (Ver Fig. 6).



**Figura 6:** Creación del Shapefile de Vías tipo Polilínea. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5

Una vez creada la capa de vías en la pestaña de Catalogo dirigirse sobre la capa y en propiedades se va a campos, y se introducen los siguientes campos con sus respectivos tipos de datos como se muestra en la tabla 7:

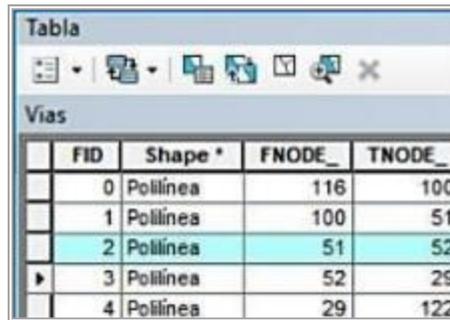
**Tabla 7**

*Campos de la tabla de atributos del shapefile de vías.*

<b>CAMPO</b>	<b>TIPO</b>	<b>PRECISIÓN</b>	<b>ESCALA</b>
<b>FNODE_</b>	ENTERO LARGO	8	
<b>TNODE_</b>	ENTERO LARGO	8	
<b>NOMBRE</b>	TEXTO	50	
<b>CATEGORÍA</b>	TEXTO	15	
<b>ONEWAY</b>	TEXTO	10	
<b>FT_MINUTES</b>	DOBLE	11	4
<b>TF_MINUTES</b>	DOBLE	11	4
<b>METERS</b>	DOBLE	11	4
<b>HYERARCHI</b>	DOBLE	11	4
<b>VEL_kmxh</b>	ENTERO LARGO	8	

*Fuente: Elaboración Propia*

De manera similar a la capa de los puntos se va a construir las vías para eso ir sobre la capa de Vías y en las opciones seleccionar iniciar edición, luego en la barra *Editor>Ventanas de edición>Crear entidades*, seleccionar “Vías” y línea en Herramienta de construcción. con el cursor se podrá empezar a editar las líneas las cuales estarán delimitadas por los nodos es decir que cada línea debe ir de un nodo inicial a un nodo final, para finalizar cada línea o boceto se presiona F2. A cada línea se le añade en los atributos los valores de los campos FNODE\_ (nodo inicial) y TNODE\_ (nodo final), los cuales separaran cada segmento de línea, y eran los valores del campo “Id” que le dimos la capa Nodos para ello podemos ayudarnos con la visualización de las etiquetas de esta capa.

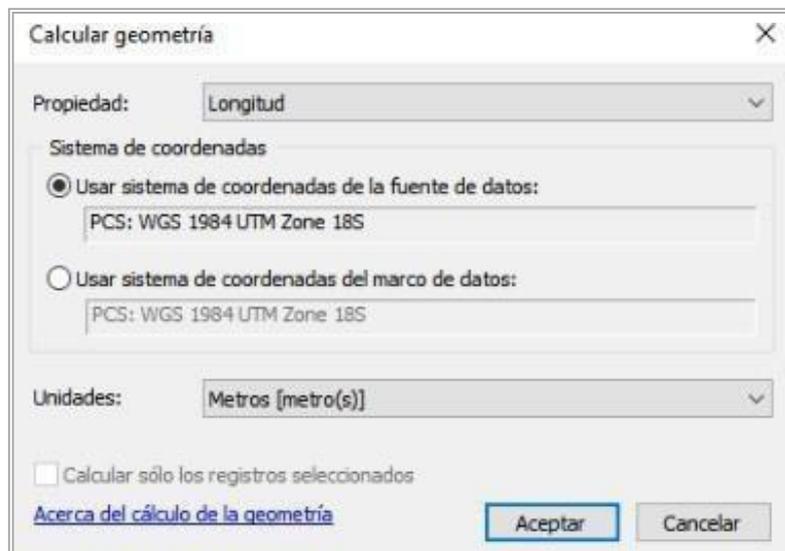


FID	Shape *	FNODE_	TNODE_
0	Polilínea	116	100
1	Polilínea	100	51
2	Polilínea	51	52
3	Polilínea	52	29
4	Polilínea	29	122

*Figura 7: Colocación de los nodos iniciales y finales a cada tramo de las vías en el shapefile de Vías. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5*

**Datos de los campos de los atributos en capa de vías:**

**Campo METERS;** en este campo se calculan las longitudes o distancias de cada segmento de vía, para ello se abre la tabla de atributos de la capa Vías, y sobre el campo METERS, se selecciona Calcular geometría y en Propiedad se selecciona longitud y en Unidades; Kilómetros, manteniendo el sistema de coordenadas de la fuente de datos, finalmente se acepta y se cargará automáticamente

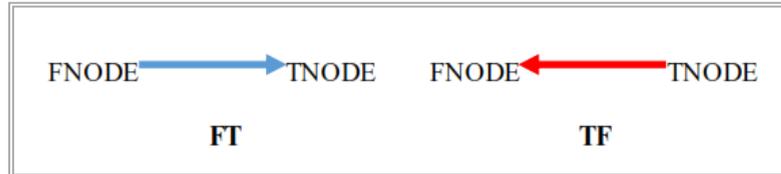


*Figura 8: Calculo de la longitud de los tramos en la vía para rellenar en el campo METERS. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5*

**Campo ONEWAY,** en este campo se va a establecer el sentido de circulación de la vía para ello se debe tener en cuenta si es un solo sentido

desde el nodo inicial (FNODE\_) hasta el nodo final (TNODE\_), Colocaremos las iniciales FT (from to), y si el sentido de la vía va en sentido contrario desde TNODE a FNODE, se colocará TF (to from) en el campo del segmento de vía.

**Figura 9:** Representación del sentido de las vías.  
*Elaboración propia*



**Campo HIERARCHY (Jerarquía),** en este campo se van a definir los límites de velocidad para cada tipo de vía, sean avenidas, calles, jirones, etc.; para lo cual tomar como referencias al Reglamento nacional de Transito; en el Art. 162, donde establece los límites de velocidad de circulación. Para el campo pasajes se le considera una velocidad máxima de 30000 m/h. Cuyos valores se añadirán según la categoría de las vías.

**Tabla 8**

*Campos de la tabla de atributos del shapefile de vías.*

CATEGORÍA	JERARQUÍA	VELOCIDAD (km/h)
Vía expresa	1	80
Avenidas	2	60
Calles	3	40
Jirones	4	40

*Fuente: Elaboración Propia*

Campos FT\_MINUTES y TF\_MINUTES, además es necesario contar con atributo que este referido al tiempo en este caso a los minutos que se tarda en recorrer cada uno de los segmentos de vía con el camión recolector, en cada uno de los sentidos de circulación, en función a la distancia y

velocidades máximas permitidas, para ello vamos a aplicar la siguiente formula:

$$T = \frac{D \times k}{V}$$

**Donde:**

T = tiempo que se tarda en recorrer cada segmento de vía en minutos.

V = Velocidad permitida según normas viales en m/h.

K = 60, constante de conversión de horas a minutos.

D = distancia o longitud de cada segmento de vía.

Se crea una shapefile de puntos el cual tendrá como nombre PARADAS, en el cual estará contenidos las ubicaciones de los predios y algunos botaderos que son foco de contaminación dentro del distrito, al colocar estos puntos en ciertas casas vamos a poder conservar así el método de recojo de residuos que se hace actualmente, el cual es de Recolección de puerta por puerta.

FID	Shape *	NAME	ServiceTim
0	Punto	PUNTO_1	1
1	Punto	PUNTO_2	1
2	Punto	PUNTO_3	1
3	Punto	PUNTO_4	1
4	Punto	PUNTO_5	1
5	Punto	PUNTO_6	1
6	Punto	PUNTO_7	1
7	Punto	PUNTO_8	1
8	Punto	PUNTO_9	1
9	Punto	PUNTO_10	1

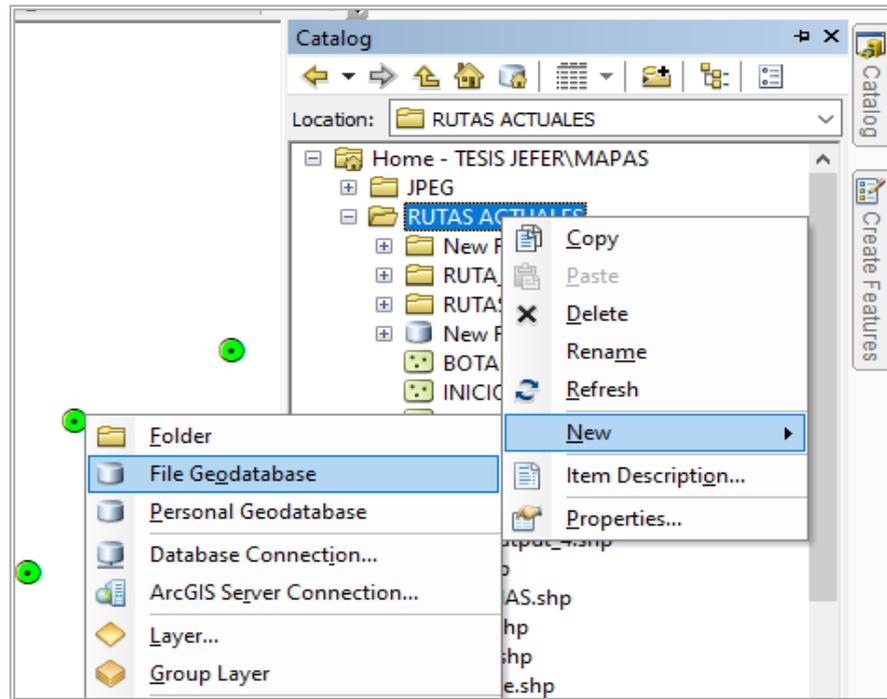
**Figura 10:** Ventana de creación de paradas. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

**Donde:**

NAME: Es el nombre que se pone a cada punto.

ServiceTim: Tiempo de servicio es el tiempo (En minutos) que le va a tomar cada parada del vehículo recolector en estos puntos.

f) **Creación del Network dataset:** Se crea una carpeta donde va estar contenido el geodatabase, en este caso la carpeta creada tiene por nombre GDB, sobre la carpeta vamos a *opciones>nuevo>Geodatabase de archivos*, creamos el archivo RUTA\_OPTIMIZADA.gdb.



**Figura 11:** Ventana de creación de Geodatabase de archivos.  
Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

Seguido de esto sobre el geodatabase creado se selecciona la opción de crear un nuevo “dataset de entidades”, pedirá colocar un nombre para lo cual, en este caso se llamará REDES\_VIALES. Luego, seleccionar el sistema de coordenadas que ya se usó con las demás capas (WGS 84 UTM Zona 17S), se selecciona la opción siguiente y en el sistema de coordenadas para Z se deja tal como está ya que no se utilizará este sistema debido a que la altura en este distrito se considera constante, por lo que le damos clic en siguiente.



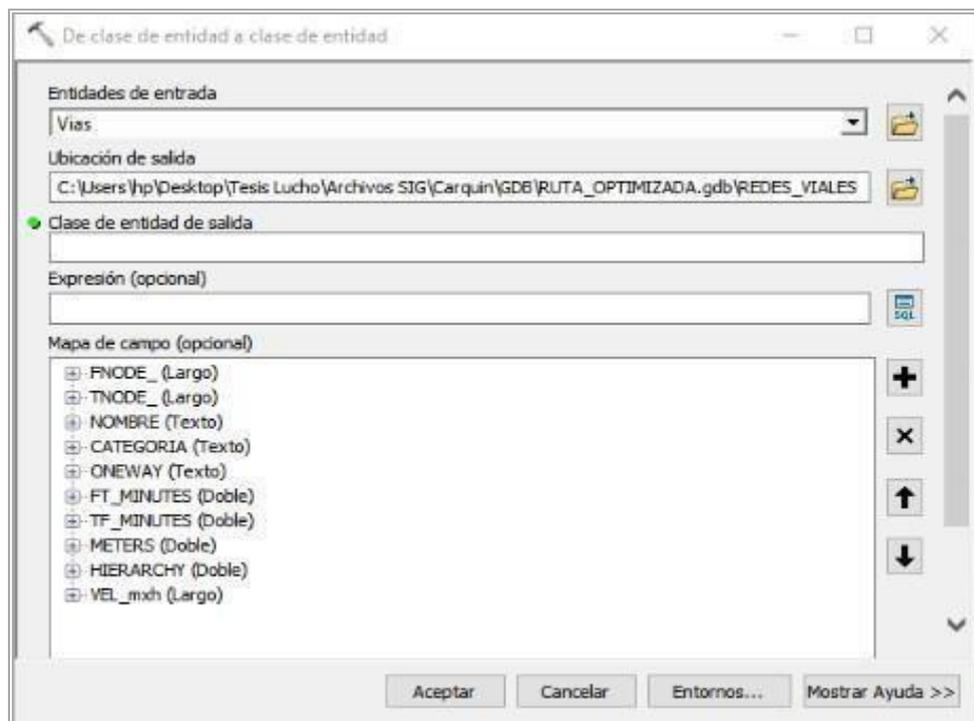
**Figura 12:** Elevación en el Sistemas de Coordenadas. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

Finalmente, en Tolerancia XY (Distancia mínima entre las coordenadas.) se deja por defecto y ya se tiene el dataset de entidades creado para poder integrar las capas de líneas, polígonos y puntos creados anteriormente.



**Figura 13:** Distancia mínima entre las coordenadas. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

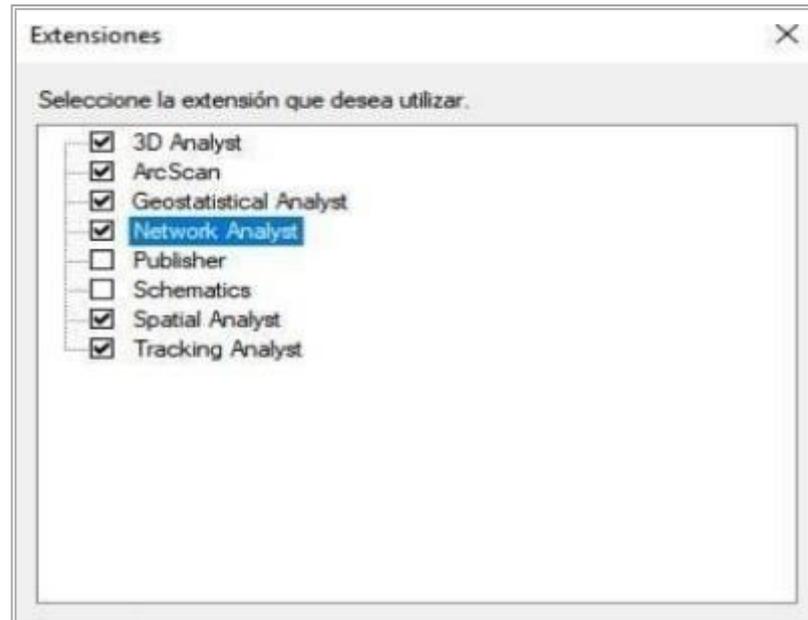
Ahora se importan las clases de entidad al dataset por lo que sobre el dataset vamos a **Opciones>Importar>Clase de entidad (Simple)**, se mostrará una ventana donde sobre Entidades de entrada seleccionaremos el shapefile Vías; y Sobre clase de entidad de salida pondremos el nombre NUEVA\_RUTA podremos observar que se cargaran los campos, vamos a dar clic en aceptar. Esperamos que cargue unos segundos, y en la Tabla de contenidos borramos la capa vías shp ya que ya no lo utilizaremos.



**Figura 14:** Conversión a Clase de entidad. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

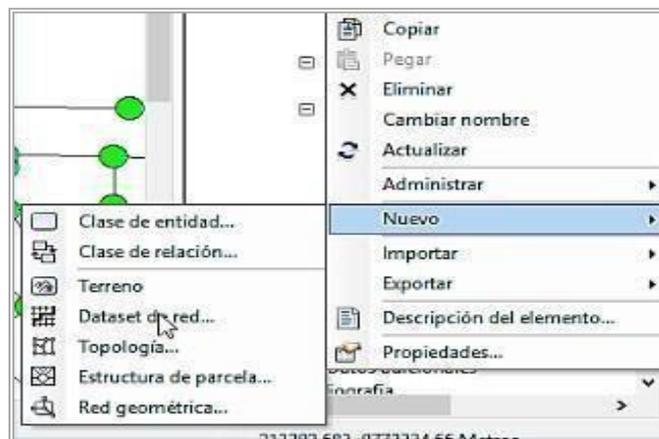
#### **Para la creación del Network Dataset:**

Antes de intentar crear el Network Dataset se debe verificar que esta extensión esté activada por ello sobre la ventana ArcMap en la barra de opciones se va a **"Personalizar">Extensiones...** y se activa Network Analyst.



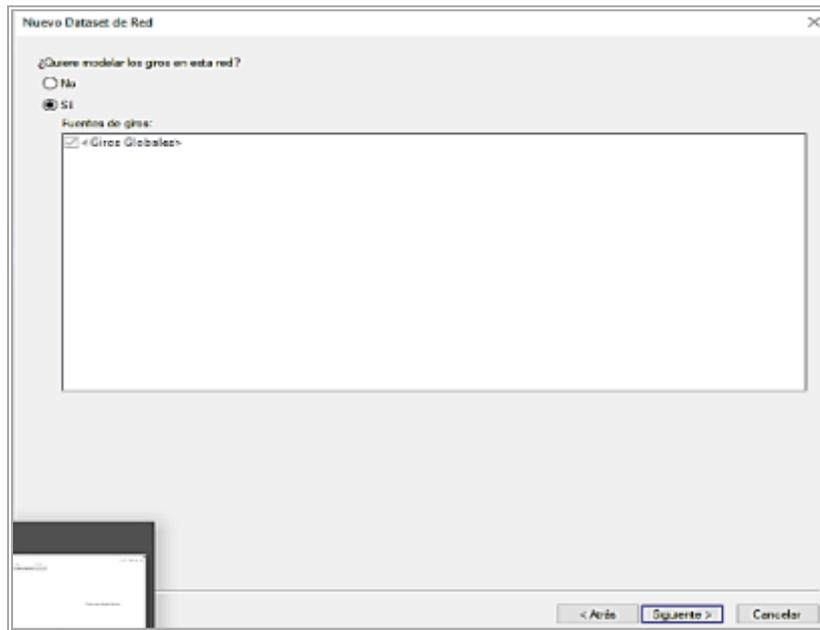
**Figura 15:** Activación de la extensión Network Analyst.  
Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

Ahora en el Catálogo sobre el dataset de entidades creado se va a crear el Dataset de Red, dándole clic en opciones de **REDES\_VIALES>Nuevo>dataset de Red;**



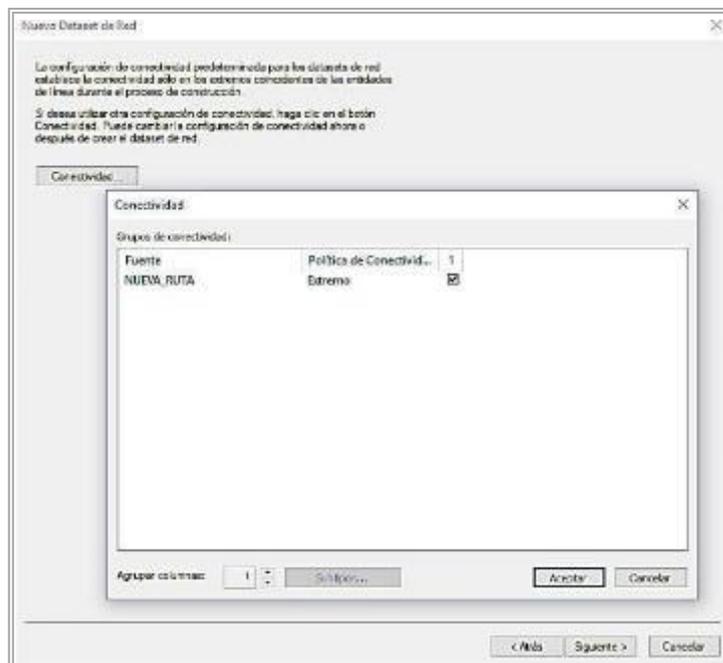
**Figura 16:** creación de la Dataset de Red.  
Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

El nombre lo dejamos como REDES\_VIALES, en la siguiente ventana la clase de entidad que participará será el Shapefile que añadimos (NUEVA\_RUTA), En la siguiente ventana nos preguntará si deseamos modelar los giros por lo que seleccionamos SI.



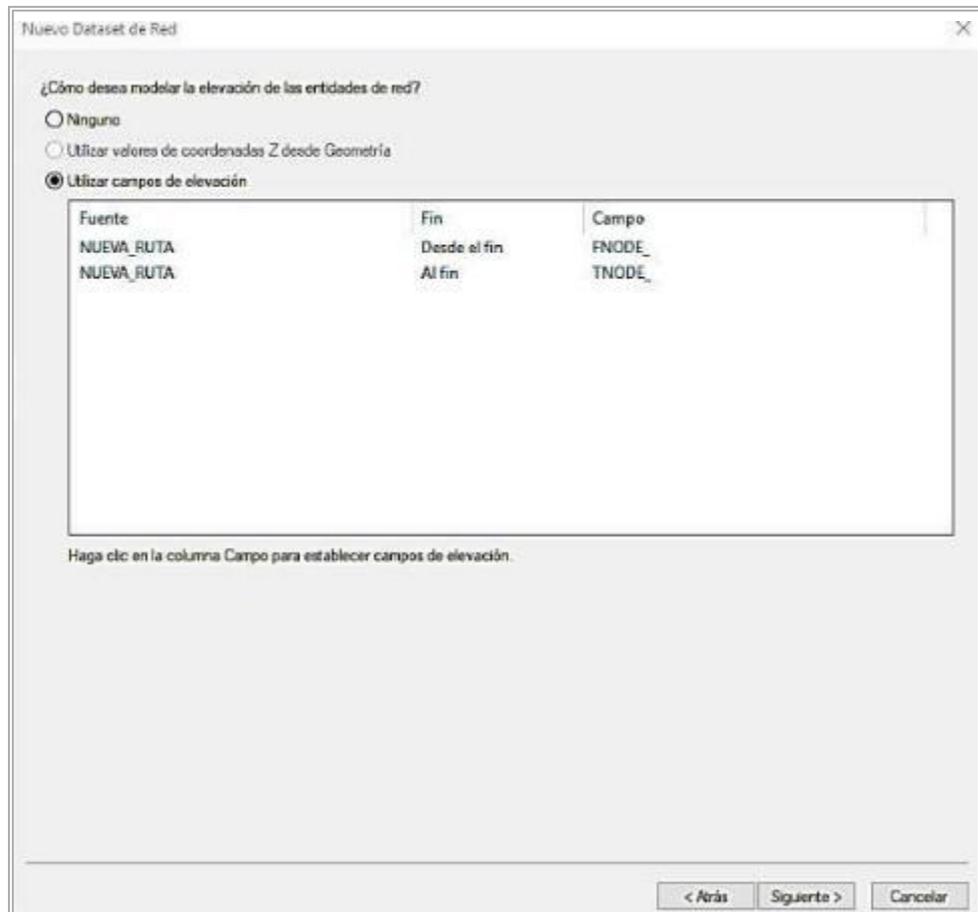
**Figura 17:** Modelar giros en la red. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

Se da clic en siguiente y en la nueva ventana que aparece se selecciona en conectividad, luego sobre la ventana que se carga se elige Extremo en la Política de Conectividad, esto para que las conexiones se creen al final o al extremo de cada segmento de línea creado, clic en aceptar y en siguiente.



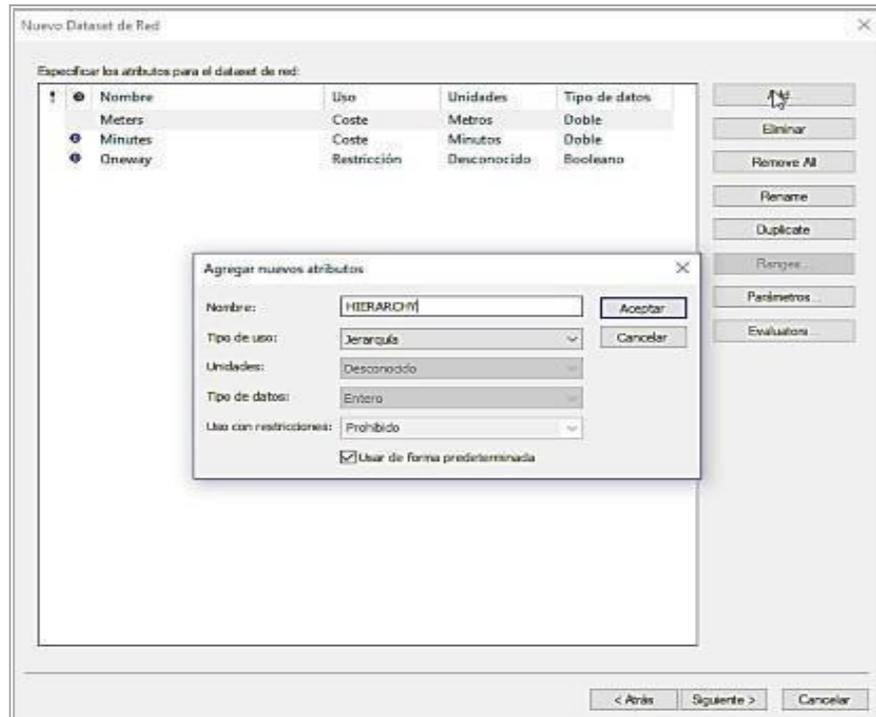
**Figura 18:** configuración de la conectividad de los segmentos. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

Luego de esto nos pregunta como modelar los campos de elevación, donde entra a tallar los campos Fnode\_ y Tnode\_ creados en la capa Vias.SHP, ya que nos permitirá saber si hay diferencias de altura entre un segmento y otro. Por ello sobre la columna Campo seleccionaremos FNODE\_ (Desde elFin) y TNODE\_ (Al Fin) y Siguiente.



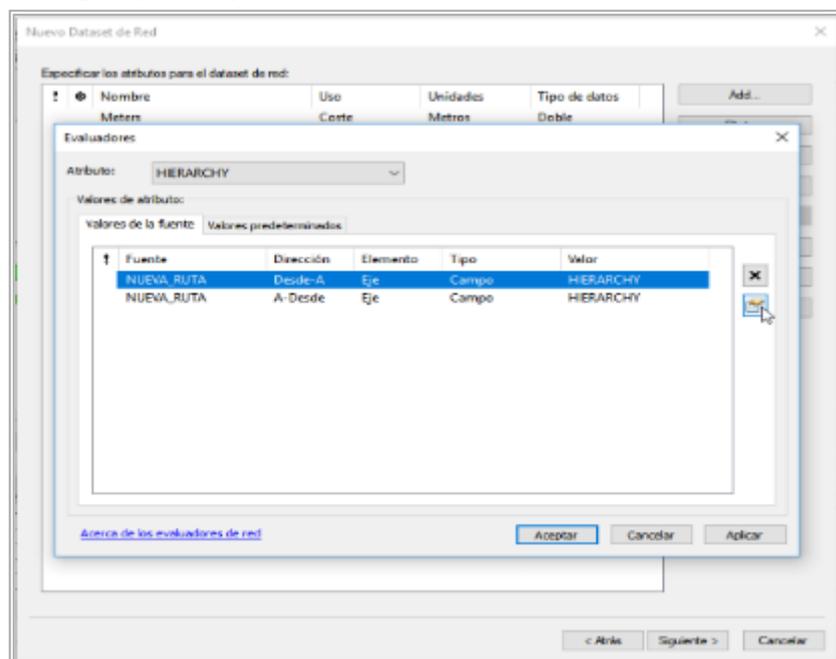
**Figura 19:** Configuración de los Campos FNODE\_ y TNODE\_.  
Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

En la siguiente ventana se pueden observar los campos creados y se añadirá el valor de jerarquía por ello se va a ADD y se escribe el nombre del campo HIERARCHY y el tipo de uso "Jerarquía", con la adición de este campo podremos diseñar la ruta teniendo en cuenta los límites de velocidad ya sea para avenidas, Calles, Pasajes.



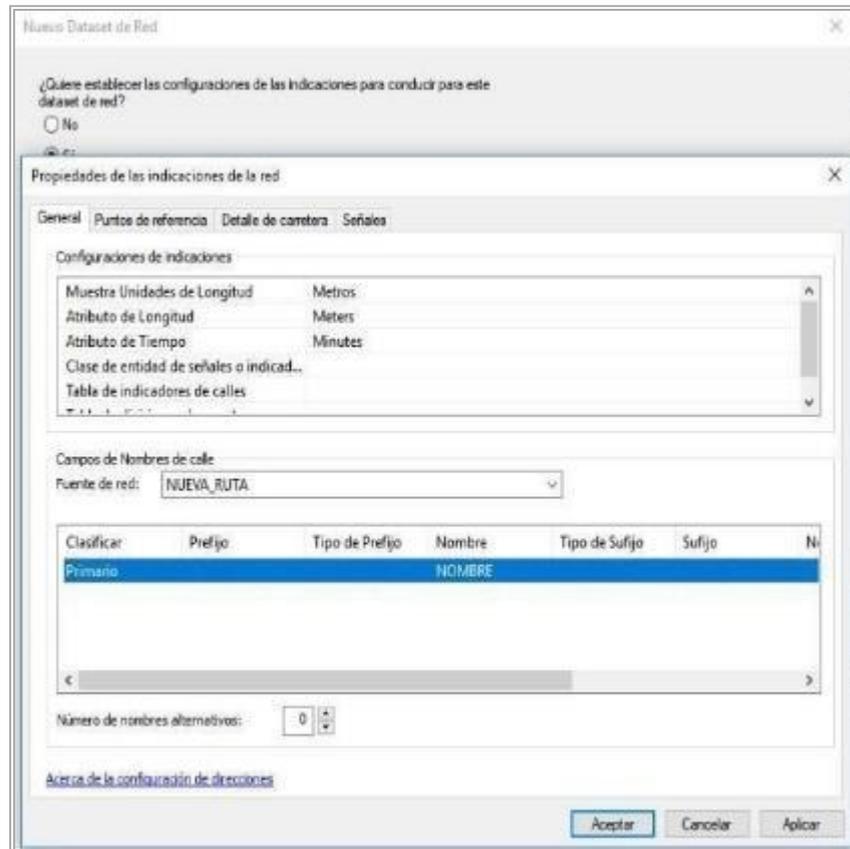
**Figura 20:** Adición de los atributos de Jerarquía al Dataset de Red. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

Aceptar y seleccionar el campo creado e ir a EVALUATORS. Ahora sobre la ventana que aparece se selecciona en la columna tipo "Campo" y en la columna Valor "HIERARCHY" utilizando el evaluador de campos. Damos clic en aceptar y en Siguiente.



**Figura 21:** Evaluadores. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5.

Se deja por defecto la siguiente ventana y sobre la ventana que aparece se va sobre Indicaciones y se deja configurado. Aceptar y dar clic en Siguiente.



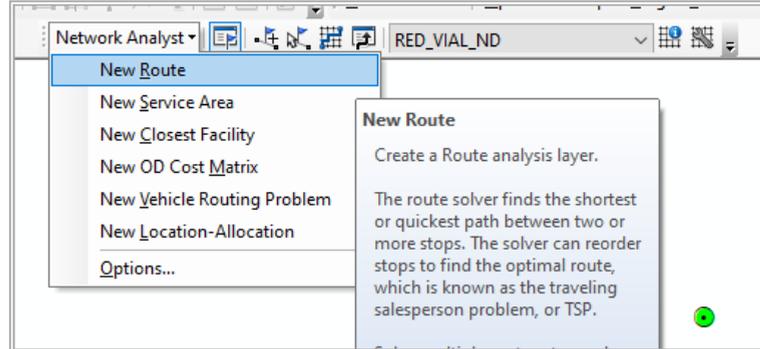
**Figura 22:** Selección de unidades de medición. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5

En la siguiente ventana se deja por Defecto y en la última ventana que aparece se da "Finalizar", se espera a que cargue y aparecerá una pequeña ventana la cual se cierra, luego aparecerá otra ventana solicitando agregar la capa de Red creada, se acepta y ya tendremos el Dataset de Red Creado; se creará juntamente una capa de punto (REDES\_VIALES\_Juntions)

Se va al dataset de red Creado y en propiedades, se abre la pestaña fuentes y con Add; se añaden las Capas Zona\_de\_rutas y DEPOSITO.

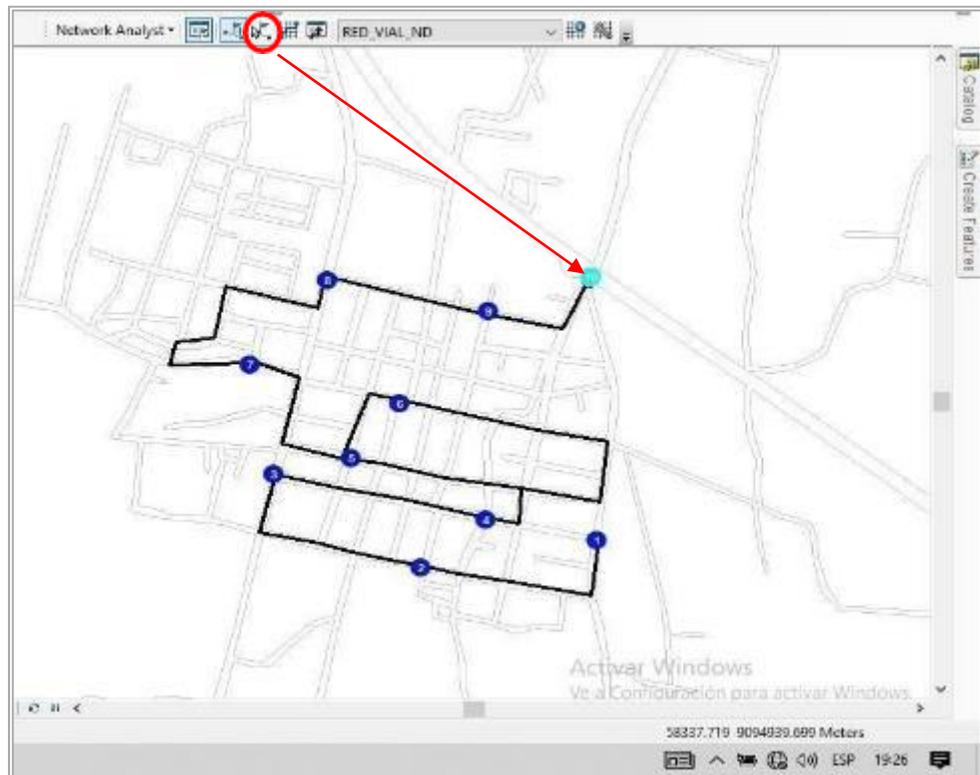
**Para la creación de la nueva Red** se activa la ventana de Network Analyst sobre la plataforma de ArcMap.

Ahora se abre en la barra de Network Analyst la función de “Nueva Ruta”



**Figura 23:** Selección de ruta nueva. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5

Seguidamente, se ubicarán las paradas, haciendo uso de la herramienta de creación de puntos de la nueva red. Una vez ubicadas las paradas se selecciona solucionar y la ruta se generará.



**Figura 24:** Ubicación de paradas de la nueva ruta. Elaboración con capturas obtenidas del software ArcGIS 10.5

#### **2.3.4. Técnicas a emplear:**

Para el estudio se realizarán la recolección de datos aplicando las principales técnicas de campo, que pueden ser los siguientes:

- Entrevista
- Análisis documental
- Recopilación de información con fichas de campo

Toda información será plasmada en una ficha donde se registra los datos del tiempo de recolección, gasto de combustible y distancia recorrida.

#### **2.3.5. Aspectos Éticos:**

Tal y como lo afirma Reyes (2017) todo investigador debe guiarse por estándares de ética profesional y siempre involucrar la parte humana y moral de cada ser vivo. La presente investigación ha protegido la identidad de las personas que han colaborado, tomando en consideración los componentes éticos respectivos de confidencialidad, al no develar los nombres de las personas encuestadas; respeto, al respetar sus opiniones y comentarios en base a los temas e instrumentos aplicados; consentimiento informado, al no obligar a las personas a responder los instrumentos aplicados y libertad de participación, la cual se demuestra al no haber coaccionado a los participantes para su intervención.

### **2.3.6. Descripción de los instrumentos:**

Para la presente investigación los principales instrumentos que se aplicaran en las técnicas son:

- Guía de análisis documental y utilización de software.

Para lo cual se elaboró una ficha de recolección de datos que permitió el cumplimiento de los objetivos planteados en esta investigación. Esta ficha tuvo como indicadores el gasto de combustible, la distancia recorrida y tiempo de recolección.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Descripción de Resultados:

Para cumplir con el servicio de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Moche que cuenta con 42 798 habitantes, la Municipalidad Distrital de esta localidad asumió la responsabilidad de la recolección y el tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios. El trabajo de recolección se realiza de lunes a sábado, los trabajadores asignados son 1 chofer, 1 acomodador, 2 recolectores, en la cual la generación per cápita de residuos sólidos es de 29.8723 TN por día; por tanto, la población beneficiada total, según la información reportada por el área de gestión ambiental de la municipalidad distrital de Moche.

Obteniéndose que el tiempo de recorrido promedio en la ruta 1 es de 30 minutos, en la ruta 2 es de 46 minutos, la ruta 3 es de 18 minutos y la ruta 4 es de 10 minutos, en promedio sin contar los tiempos muertos que había por el efecto del tráfico y el estado de las calles. La distancia total recorrida es de 25.106 km.

**Tabla 9**

*Información obtenida de la ruta actual.*

Lugar	Residuos Generados (Tn/día)	Tiempo de recorrido (min)	Distancia recorrida (Km)	Total, de habitantes	Consumo de combustible (gal)	Habitantes Beneficiados (%)	Fuentes de Generación	Frecuencia de Recolección (día/sem)
Moche	29.8723	105	25.106	42 798	32	100	Domiciliaria y comercio	6/1

*Fuente: Municipalidad Distrital de Moche*

Después de realizar las operaciones de cálculo y seguir los pasos realizados en la metodología, para poder obtener los resultados de las nuevas rutas propuestas, se obtuvo que los tiempos de recolección se puede realizar en la ruta 1 es de 26 minutos en la ruta 2 es de 28 minutos, la ruta 3 es de 16 minutos y la ruta 4 es de 6 minutos, en promedio sin contar los tiempos muertos que había por el efecto del tráfico y el estado

de las calles. La distancia recorrida obtenida con ayuda del software es de 21 km que se muestran en la siguiente tabla, siguiendo el método de recolección de esquina o parada fijada; que consiste en la recolección de los residuos en puntos se obtuvo un consumo de 26.77 gal/día.

**Tabla 10**  
*Información obtenida de la ruta propuesta.*

ASPECTOS	PROPUESTA
Tiempo de recolección(min/día)	76
Distancia recorrida(km/día)	21
Consumo de combustible (gal/día)	26.77
Frecuencia de recolección (días/sem)	6
Población beneficiada (%)	100

*Fuente: Municipalidad Distrital de Moche*

Comparando los resultados de la ruta actual obtenidos mediante las visitas de campo y la ruta optimizada mediante el uso de herramienta SIG, se tomó en cuenta los siguientes aspectos como tiempo de recolección, consumo de combustible y distancia recorrida, lo cual se pudo obtener toda la información mostrada en la siguiente tabla.

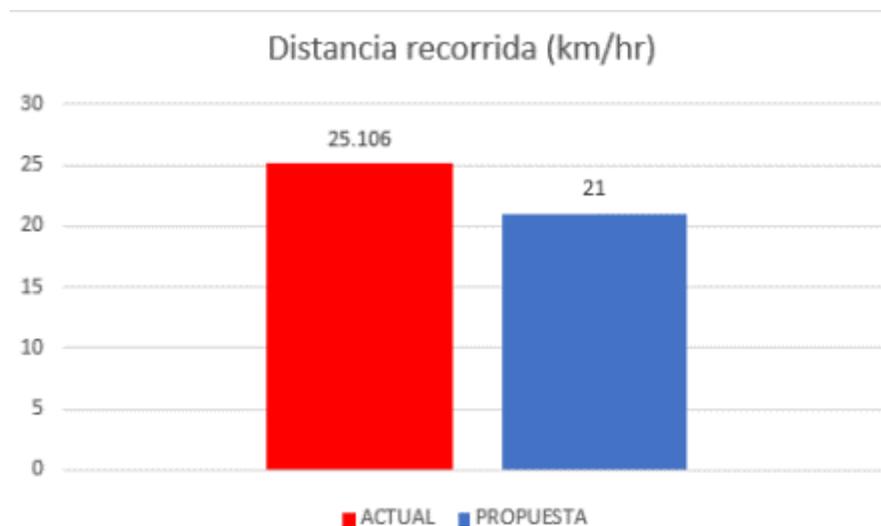
**Tabla 11**  
*Comparación de la Información obtenida de la ruta propuesta y la actual*

RUTAS	RUTAS ACTUALES		RUTAS PROPUESTAS	
	TIEMPO	DISTANCIA	TIEMPO	DISTANCIA
RUTA 1	30	7.774	26	6.711
RUTA 2	46	10.064	28	7.257
RUTA 3	18	5.111	16	5.022
RUTA 4	10	2.157	6	2.010
<b>TOTALES</b>	105	25.106	76	21.000

ASPECTOS	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
Tiempo de recolección(min/día)	105	76	29
Distancia recorrida(km/día)	25.106	21	4.106
Consumo de combustible (gal/día)	32	26.77	5.23
Frecuencia de recolección (días/sem)	6	6	-
Población beneficiada (%)	100	100	-

*Fuente: Municipalidad Distrital de Moche*

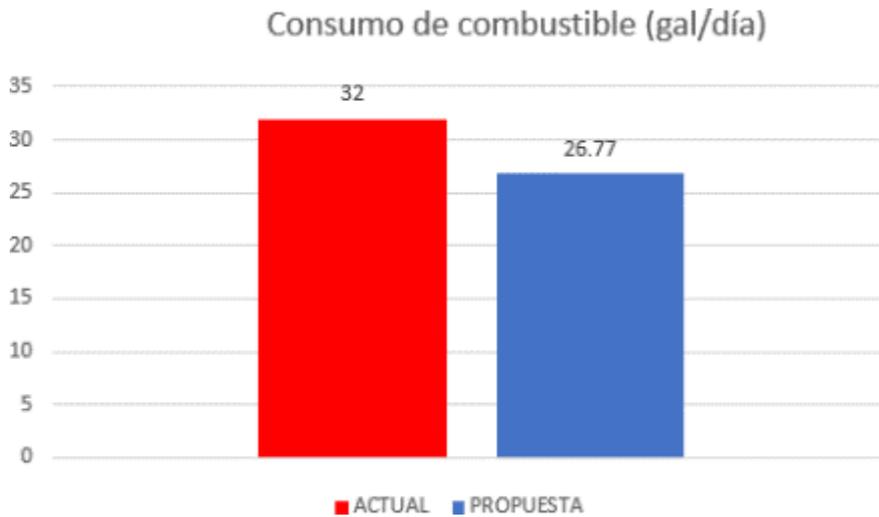
Como se mencionaba anteriormente, se puede observar las comparaciones hechas entre la ruta actual y ruta optimizada. Se observa que con las rutas optimizadas la cual es de 21 km/día la distancia recorrida es menor, obteniendo de esta manera un 4.106 km/día menos que la ruta actual, tal y como se observa en la figura:



**Figura 25:** Comparación de distancias recorridas.

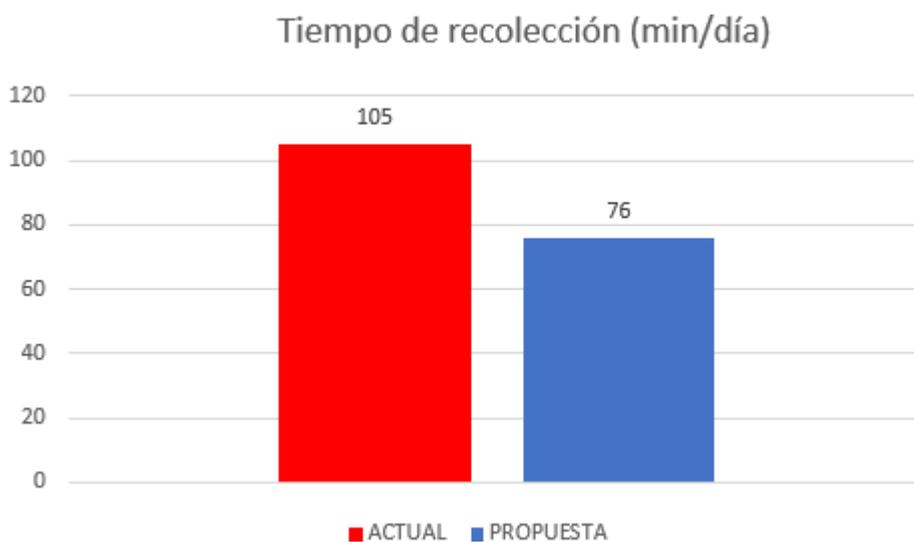
*Fuente: Elaboración propia*

El combustible diésel utilizado también presenta una disminución debido a la mejora de la eficiencia en cuanto a los tiempos de operación obteniéndose un ahorro diario de 5.23 galones por día.



**Figura 26:** Comparación de Consumo de Combustible.  
**Fuente:** Elaboración propia

El tiempo de recolección se pudo optimizar gracias al software el cual nos arroja un valor de 76 minutos el cual disminuye en 29 minutos con respecto a la ruta actual.



**Figura 27:** Comparación de Tiempo de Recolección.  
**Fuente:** Elaboración propia

Para realizar la comparación de los costos entre la ruta actual y ruta optimizada se toma en cuenta el gasto de combustible por el vehículo recolector que realiza la recolección diaria de los residuos sólidos. Realizando la comparación de los costos entre la ruta actual y ruta optimizada se obtiene los resultados en la siguiente tabla:

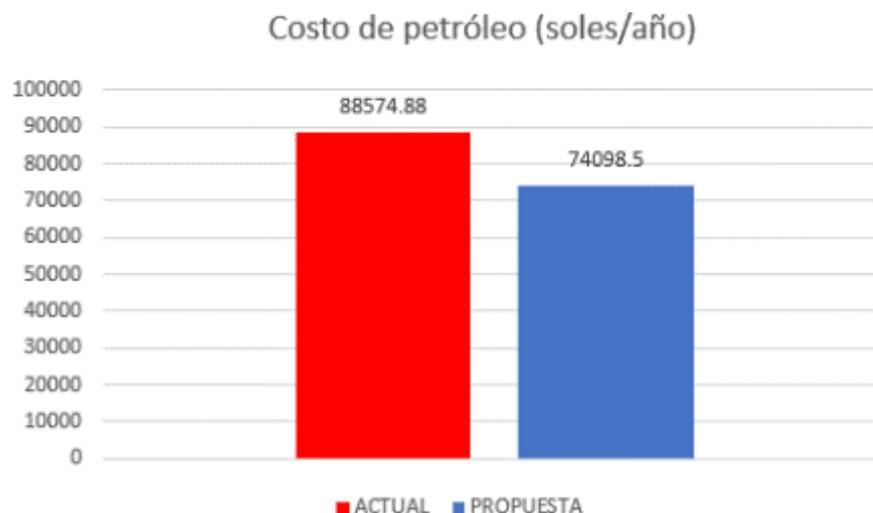
**Tabla 12**

*Información del combustible obtenida de la ruta propuesta y la actual*

ASPECTOS	UNIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA
Consumo de combustible (gal/día)	-	32	26.77	5.23
Costo de petróleo (nuevos soles/día)	9.611	307.552	257.29	50.26
Costo de petróleo (nuevos soles/semana)	9.611	1845.31	1543.72	301.59
Costo de petróleo (nuevos soles/año)	9.611	88574.88	74098.50	14,476.38

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 12 se puede observar que existe una reducción en los costos al año 14,476.38 nuevos soles o 3,881.06 dólares de acuerdo al tipo de cambio actual (t/c= 3.73) durante las 48 semanas que se realiza esta labor, ya que en la ruta actual el Distrito de Moche tiene un gasto de 88,574.88 nuevos soles o 23,746.62 dólares, mientras que con la ruta optimizada tiene un gasto de 74,098.50 nuevos soles o 19,865.55 dólares, logrando así un ahorro económico del 16.34 % con respecto a la ruta actual.



**Figura 28:** Comparación de Costo de Combustible

*Fuente: Elaboración propia*

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Los hallazgos de la presente investigación sobre la situación actual del recojo de los residuos, se identificó: el tiempo de recorrido es de 105 min, la distancia recorrida es de 25.106 km y el gasto de combustible es de 32 gal. Lo cual se relaciona con lo expuesto por Minga y Zhiminaycela (2019), en una investigación sobre optimización de un sistema municipal de recojo y transporte de residuos sólidos, en el que su finalidad era contribuir en la mejora de la recolección y realizar una comparación con los datos de las rutas actuales. Asimismo, este resultado se puede constatar con el estudio realizado por Cusco Picón (2015) con su tesis sobre la mejora de los métodos de recolección de residuos sólidos domiciliarios mediante el uso de herramientas SIG, en la que se concluyó que se aumenta la distancia productiva de recolección de la ciudad de Cuenca, evitando la pérdida de tiempo innecesario, el tiempo que se emplea para el servicio de recolección de cada predio es razonable ya que las rutas están distribuidas de acuerdo a un número máximo total de predios asignado a cada ruta.

En cuanto a diseño de la ruta optimizada de recolección de residuos sólidos se pudo diseñar la nueva ruta optimizada para el recojo de los residuos sólidos del Distrito Moche utilizando las herramientas SIG en especial la herramienta ArcGIS 10.5 y su extensión Network Analyst. Lo cual se relaciona con lo expuesto en la investigación por Alvarado y Cabrera (2020), que mediante la herramienta Network Analyst de ArcGIS se podía diseñar la red vial del Distrito de Moche para un posterior análisis de las nuevas rutas optimizadas empleando herramienta New Vehicle Route Problem de ArcGIS cuya función objetivo es encontrar las mejores rutas para una flota de transporte y brindar un buen servicio, pretendiendo minimizar el coste total de operación, el

tiempo de transporte, distancia recorrida. Logrando así maximizar el beneficio mediante el equilibrio de la utilización de los recursos disponibles. Así también lo confirman Araiza y José (2015) con su artículo sobre la mejora de los servicios de recogida de residuos municipales con herramientas SIG, en el que se pudo concluir que el método propuesto utiliza datos geográficos, comprendidos por redes de calles y carreteras, ubicaciones de puntos/ángulos de recogida o contenedores, los cuales, combinados con análisis espacial basado en un software SIG para la lograr la disminución de tiempos en el recorrido, así como en el número total de puntos de toma o esquinas y consumos de combustible.

Asimismo, este resultado también es respaldado por Flores (2018) en su tesis sobre gestión de residuos sólidos a través de Sistemas De Información Geográfica en el distrito de Huancavelica el cual pudo confirmar que 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.

Los hallazgos de la presente investigación son congruentes con la hipótesis de investigación planteada, en el sentido de que es posible diseñar un esquema optimizado de rutas que permitirá mejorar la recolección de residuos sólidos municipales en 14,476.38 nuevos soles logrando así un ahorro económico del 16.34 % del gasto total anual, con respecto a la ruta actual.

Lo presentado se relaciona con lo expuesto por Araiza & Zambrano (2015) que en cuanto al ahorro de los costos obtenidos en la presente investigación se obtuvo un ahorro de 11491.2 nuevos soles al año que representa un 37.5% del gasto total en la ruta actual, tomando como indicadores el consumo de combustible, distancia recorrida y tiempo de recolección, mediante la optimización de una ruta. Se puede decir que esta

variabilidad con respecto a la presente tesis fue de un porcentaje menor, el cual se debe al área demográfico de los dos Distritos ya que la superficie territorial del distrito Moche es menor.

Asimismo, otro antecedente que lo respalda es el de los investigadores Araiza y José (2015) con su artículo sobre la Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG, en el que su método propuesto empleó datos geográficos (red de calles y carreteras, la ubicación de los puntos de toma/esquinas o contenedores) en combinación con el análisis espacial basado en un software SIG para la lograr la disminución de tiempos en el recorrido, así como en el número total de puntos de toma o esquinas y consumos de combustible

## 4.2 Conclusiones

- Se ha logrado diseñar una ruta optimizada mediante el uso de herramientas SIG, para lo cual se ha reducido los costos de operatividad en la recolección de los residuos municipales del Distrito Moche utilizando en el software mencionado anteriormente, los datos obtenidos fueron distancia recorrida fue de 21 km, tiempo recorrido fue 76 min y consumo de combustible fue de 26.77 gal/día.
- Se ha logrado determinar la ruta actual de recolección de residuos sólidos municipales del Distrito de Moche, demostrando que el tiempo de recorrido promedio en la ruta 1 es de 30 minutos, en la ruta 2 es de 46 minutos, la ruta 3 es de 18 minutos y la ruta 4 es de 10 minutos, en promedio sin contar los tiempos muertos que había por el efecto del tráfico y el estado de las calles. La distancia total recorrida es de 25.106 km y el gasto de combustible es de 32 gal/día.

- Se ha logrado modelar las rutas de recolección de residuos sólidos municipales empleando la herramienta ArcGIS en el Distrito de Moche mejorando las mismas, observando que con las rutas optimizadas la distancia recorrida es menor.
- Se identificó mejoras en el desempeño del servicio de Recolección obteniendo de esta manera 4.106 km/día menos que la ruta actual; de la misma manera ocurre con el combustible que también presenta una disminución debido a la mejora de la eficiencia en cuanto a los tiempos de operación obteniéndose un ahorro diario de 5.23 galones por día; respecto al tiempo de recolección se pudo optimizar gracias al software el cual disminuye en 29 minutos con respecto a la ruta actual; y finalmente se denota que existe una reducción en los costos al año, logrando así un ahorro económico del 16.34 % con respecto a la ruta actual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, L. y Cabrera, J. (2020). *Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el distrito Caleta de Carquín*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4206>

Araiza, J. A., y Zambrano, M. E. (2015). *Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG*. Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, 19(2), 118-128. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750925005>

Araiza, J. y José, M. (2015). *Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio*. Redalyc. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. vol. 19, núm. 2, 2015, pp. 118-128. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750925005.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Organización Panamericana de la Salud (OPA). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Diagn%C3%B3stico-de-la-situaci%C3%B3n-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-municipales-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>

Banco Mundial (2018) *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

- Becerra, J. (2018). *Gestión ambiental de residuos sólidos en la Universidad Nacional de Cajamarca*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2490/TESIS%20GESTION%20AMBIENTAL%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20EN%20LA%20UNC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benavente, E. (2018). *La educación ambiental y su relación con el manejo adecuado de residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de Hualmay – 2016*. (Tesis de Maestría) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú. Recuperado de: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJF\\_c231af2c196215695c1ab4b78afb23ab/Description#tabnav](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJF_c231af2c196215695c1ab4b78afb23ab/Description#tabnav)
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2016: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los desafíos del financiamiento para el desarrollo*. CEPAL - Naciones Unidas. Vol. 68. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40326-estudio-economico-america-latina-caribe-2016-la-agenda-2030-desarrollo>
- Correa, J. (2018). *Propuesta de mejora del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en el distrito de Chiclayo para reducir los impactos ambientales*. (Tesis de Pregrado) Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú. Recuperado de: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1142>
- Cusco, J. y Picón, K. (2015). *Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG*. (Tesis de Pregrado) Universidad

de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Recuperado de:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21304>

Cusco, J. y Picón, K. (2015). *Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG*. (Tesis de Pregrado) Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Recuperado de:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21304>

Flores, G. (2018). *Gestión de residuos sólidos a través de Sistemas De Información Geográfica en el distrito de Huancavelica, 2017*. (Tesis de Doctorado) Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú. Recuperado de:  
<https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2109>

Grau, J. Terraza, H. Rodríguez, D. Rihm, A. y Sturzenegger, G. (2015). *Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/es/situacion-de-la-gestion-de-residuos-solidos-en-america-latina-y-el-caribe>

Hernández, R. Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Huamanyauri, R. Machaca, L. y Peña, R. (2014). *Manejo de residuos sólidos y su relación con la conciencia ambiental en los estudiantes del 2do grado de secundaria de la Institución Educativa N° 119 Canto Bello*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima, Perú. Recuperado de:  
<https://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/870?show=full>

Ley N°1278. (2017). Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado de  
<http://www.minam.gob.pe>

Ley N°27314. (2000). Ley General de Residuos Sólidos. Recuperado de  
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>

Minga, M. y Zhiminaycela, Y. (2019). *Optimización de las rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del Centro Cantonal SIGSIG*. (Tesis de Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. Recuperado de:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18149/1/UPS-CT008622.pdf>

Ministerio del Ambiente (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 - 2024*. Perú: Ministerio del Ambiente

Ministerio del Ambiente MINAM. (2019). Se establecen nuevos colores para el almacenamiento de residuos. Recuperado de  
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/27843-se-establecennuevos-colores-para-el-almacenamiento-de-residuos>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2016). *Informe 2014-12015 Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional*. Recuperado de  
<http://www.oefa.gob.pe/>

Orihuela, P. (2018). *Un análisis de la eficiencia de la gestión municipal de residuos sólidos en el Perú y sus determinantes*. Lima, INEI. Recuperado de:  
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2015). *Global Waste Management Outlook*. Recuperado de:

<https://www.residuosprofesional.com/millones-toneladas-residuos-urbanos/>

Rodríguez, H. (2020). *Participación ciudadana y su influencia en la gestión de residuos sólidos municipales del Distrito de Cachicadán, Santiago de Chuco – 2019*. (Tesis de Maestría) Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú.

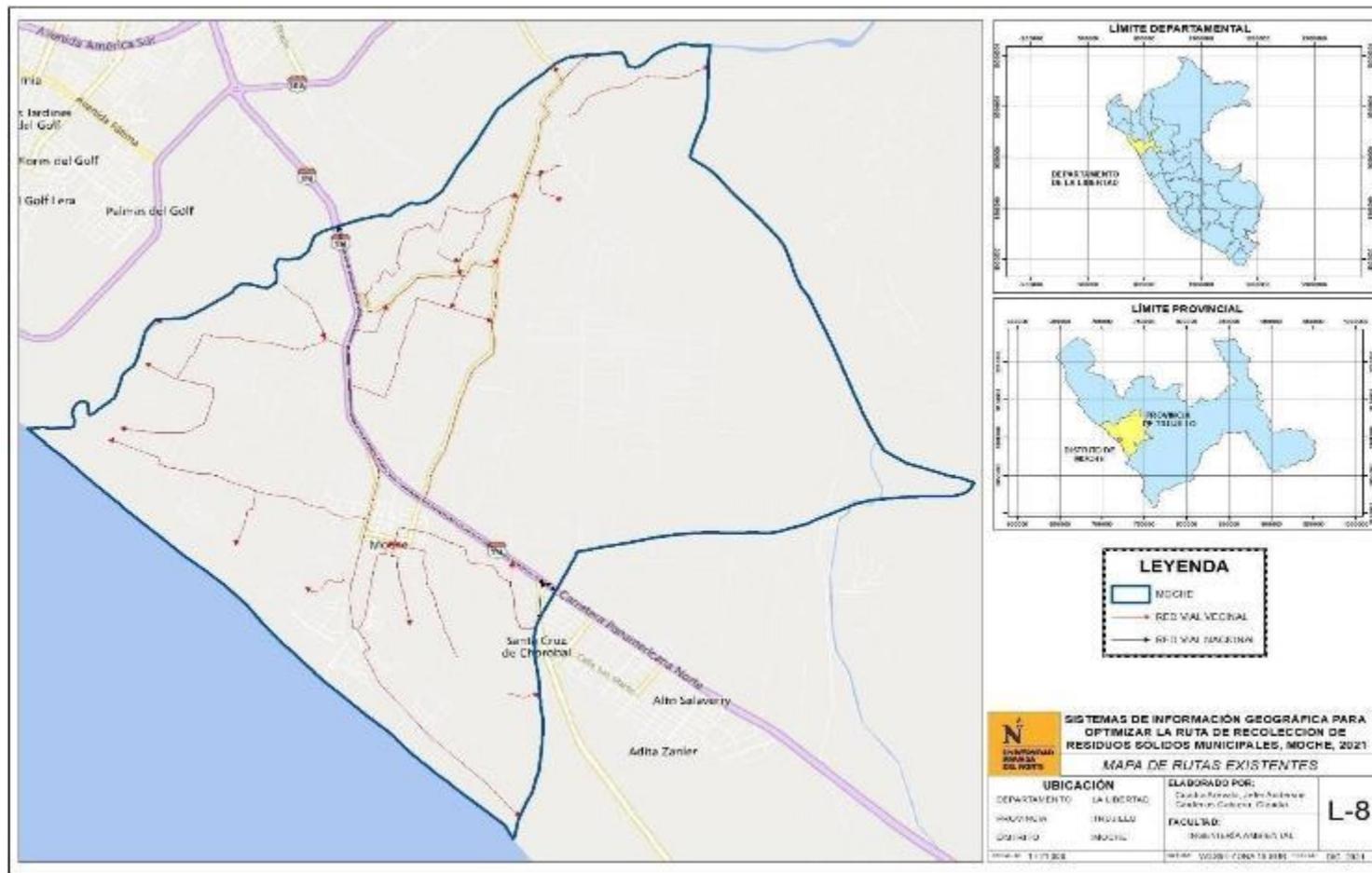
Tirado, S. (2016). *Impacto económico de la mejora de rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajabamba* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10542>

Universidad Pontificia Bolivariana. (Sin fecha). *Manejo Adecuado de los Residuos Sólidos*. <https://www.upb.edu.co/es/seguridad-salud-trabajo/manejo-adequado-de-residuos-solidos>

Usca, K (2018). *Análisis de la problemática de la contaminación de los residuos sólidos en el mercado de abastos de San Camilo, en el año 2017*. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7113>

## ANEXOS

### ANEXO 1: MAPA DE RUTAS EXISTENTES



**ANEXO 2: MAPA DE RUTA 01 PROPUESTA**



**ANEXO 3: MAPA DE RUTA 02 PROPUESTA**



**ANEXO 4: MAPA DE RUTA 03 PROPUESTA**



**ANEXO 5: MAPA DE RUTA 04 PROPUESTA**





**MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE MOCHE**

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



¡Somos educación,  
identidad y cultura!

**ANEXO 6: PLAN ANUAL DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS  
MUNICIPALES 2021 - MOCHE**

# **PLAN ANUAL DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES 2021**



## **INDICE**

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA LOCAL DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES .....</b>	<b>80</b>
<b>1.1. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS .....</b>	<b>80</b>
<b>1.2. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS .....</b>	<b>80</b>
<b>2. IMPLEMENTACIÓN DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES:</b>	<b>81</b>
<b>2.1. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS MUNICIPALES.....</b>	<b>81</b>
<b>2.1.1. IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>81</b>
<b>2.1.2. ACCIONES DE EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN.....</b>	<b>81</b>
<b>2.1.3. HORARIOS Y RUTAS PRIORIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA .....</b>	<b>82</b>
<b>2.1.4. UNIDADES QUE SE UTILIZARÁN PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA .....</b>	<b>87</b>
<b>2.1.5. UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO.....</b>	<b>87</b>
<b>2.1.6. UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE COMERCIALIZACIÓN, .....</b>	<b>87</b>
<b>2.2. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES .....</b>	<b>87</b>
<b>2.2.1. PARTICIPANTES.....</b>	<b>87</b>
<b>2.2.2. ACCIONES DE EDUCACIÓN, SENSIBILIZACIÓN .....</b>	<b>88</b>
<b>2.2.3. HORARIOS Y RUTAS PRIORIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA .....</b>	<b>89</b>
<b>2.2.4. UNIDADES QUE SE UTILIZARÁN PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA .....</b>	<b>92</b>
<b>2.2.5. UBICACIÓN DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS VALORIZADOS Y LOS PROCESOS QUE SE REALIZAN EN EL MISMO .....</b>	<b>92</b>
<b>a. COMPOSTAJE.....</b>	<b>92</b>
<b>b. HUMUS.....</b>	<b>96</b>
<b>3. CRONOGRAMA DE INTERVENCIÓN .....</b>	<b>98</b>
<b>4. PRESUPUESTO .....</b>	<b>100</b>
<b>5. ANEXOS.....</b>	



## 1. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA LOCAL DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES:

### 1.1. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS:

El 04 de diciembre del año 2019 mediante la Constancia de Inscripción en el Registro Municipal de Asociación de Residuos Sólidos No Contaminantes N°01-2019, se reconoce a la Asociación de Recicladores “Recicla Muchik”.

La asociación actualmente viene realizando la recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos en diferentes sectores del distrito de Moche como Curva de Sun, Moche Pueblo, El Palmo, Miramar, El Paraíso, Las Delicias. Así mismo se viene recibiendo la donación de parihuelas y cartón de la Empresa FAMECA S.A.C.

En el año 2020 se logro comercializar 32.15 toneladas de residuos inorgánicos trabajando con la misma asociación de recicladores.

### 1.2. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS:

El año 2019 se implementó la planta piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos que se encuentra ubicado en la Ex Línea Férrea S/N-Cochera Municipal. Se logró valorizar 19.844 toneladas de residuos sólidos orgánicos a través del proceso de compostaje teniendo como fuentes generadoras el Mercado La Amistad de Moche, 29 restaurantes ubicados en Moche Casco Urbano y en Campiña de Moche, 02 granjas ubicadas en Campiña de Moche y la Empresa Agrobex S.A. Durante el año 2020 se continuó con la valorización de los residuos utilizando la técnica del compostaje ingresando 12.44 toneladas de residuos sólidos con las mismas fuentes de generadores.



## 2. IMPLEMENTACIÓN DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES:

### 2.1. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS MUNICIPALES:

#### 2.1.1. IMPLEMENTACIÓN

El programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos domiciliarios se viene implementando en el distrito de Moche desde el año 2012, la recolección se brinda de forma mixta, con apoyo de personal operario y la Asociación de recicladores registrada en la Municipalidad Distrital de Moche.

El año 2019, se realizó la segregación en la fuente y recolección selectiva con la participación de 1067 viviendas empadronadas, 62 establecimientos comerciales y 6 Instituciones Públicas y Privadas, siendo la misma cantidad trabajada para el año 2020.

Para el año 2021 se implementará el Programa de Segregación en la Fuente con un incremento del 20% a fin de ampliar la participación de la población.

#### 2.1.2. ACCIONES DE EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN

Las acciones de educación, sensibilización o información que se realizarán a los generadores de residuos sólidos inorgánicos municipales se entregará un folleto informativo explicándoles sobre la valorización de los residuos inorgánicos, haciendo visitas casa por casa y a través de eventos en puntos estratégicos como mercados, Instituciones Educativas, eventos masivos. Los participantes serán empadronados para mantener el registro y recolectar de acuerdo a ruta.

**Tabla 1. Padrón de viviendas participantes en el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos municipales 2021**

Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOMBRE Y APELLIDO	Nº HABITANTES	ZONA/SECTOR	FIRMA
1						
2						
...						



**Tabla 2. Padrón de generadores no domiciliarios participantes en el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos municipales 2021**

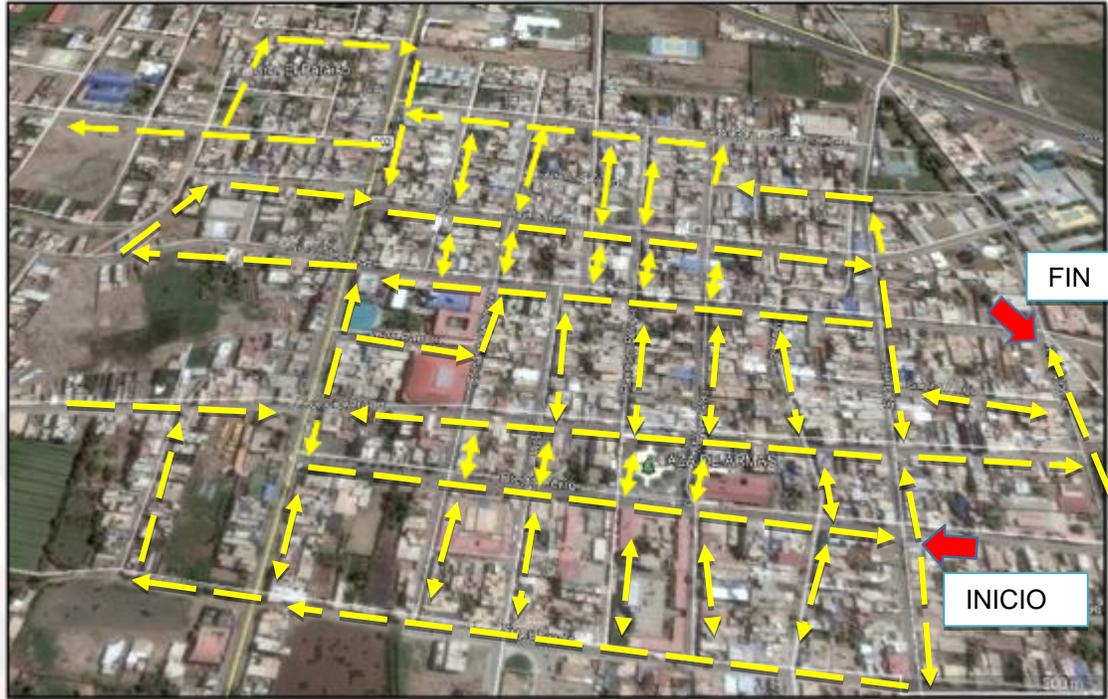
Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOMBRE Y APELLIDO	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO O INSTITUCIÓN	TIPO DE ESTABLECIMIENTO COMERCIAL	ZONA/SECTOR
1						
2						
...						

### 2.1.3. HORARIOS Y RUTAS PRIORIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA

Las rutas de recolección de los residuos sólidos inorgánicos estarán establecidas de acuerdo a los predios empadronados participantes del programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos del padrón actual y los nuevos participantes que se incluirán, a cada sector del distrito se le recoge un día a la semana específico, tal como se detalla a continuación:

**Tabla 3. Día de recolección de residuos sólidos inorgánicos**

Sector	Día de recolección	Horario
Curva de Sun – El Palmo – Barrio Nuevo	Lunes	8am a 12pm
Condominios Sol de Las Delicias, Montemar	Martes	8am a 12pm
Miramar	Miércoles	8am a 12pm
Las Delicias, Altos del valle	Jueves	8am a 12pm
Moche Pueblo, El Paraíso, San Isidro	Viernes	8am a 12pm
Restaurantes campiña	Sábado	8am a 12pm



**Plano N° 01:** Ruta para el sector de Moche Pueblo

*Tabla 4. Calles y Jirones del Sector Moche Pueblo*

ZONA	CALLES Y JIRONES
<b>MOCHE PUEBLO</b>	Elías Aguirre, Salaverry, O 'Dónovan, Miguel Grau, Bolognesi, José Inclán, Carlos de los Heros, Comandante Moore, Psje. Libertad, Av. La Marina, Psje. Santa Rosa, Sepúlveda, Diego Ferre, Leoncio Prado, Rodolfo Espinar, José Gálvez, Víctor Raúl Haya de la Torre, Psje. Juan Pablo, Psje. Virgen de la Puerta, Psje. Santa Lucía. Sector El Paraíso, Sector santa Clara.



**Plano N° 02:** Ruta para el sector de Miramar

**Tabla 5. Calles y Jirones del Sector Miramar**

ZONA	CALLES Y JIRONES
<b>MIRAMAR</b>	Santa Rosa, San Andrés , Santa Catalina, San Juan, San Francisco, Víctor Raúl, Santa Isabel, San pedro, Santa Lucia, San Ignacio, Santa María, San Martín, Eulogio Garrido, Juan Pablo II



## Plano N° 03: Ruta para el sector de Las Delicias



Tabla 6. **Calles y Jirones del Sector Las Delicias**

ZONA	CALLES Y JIRONES
<b>LAS DELICIAS</b>	Cajamarca, Piura, Cerro de Pasco, Huancavelica, Av. La Marina, San Diego Alfonso Ugarte, Calle real, San Jorge, Gran Chimú



## Plano N° 04: Ruta para el sector de Curva del Sun

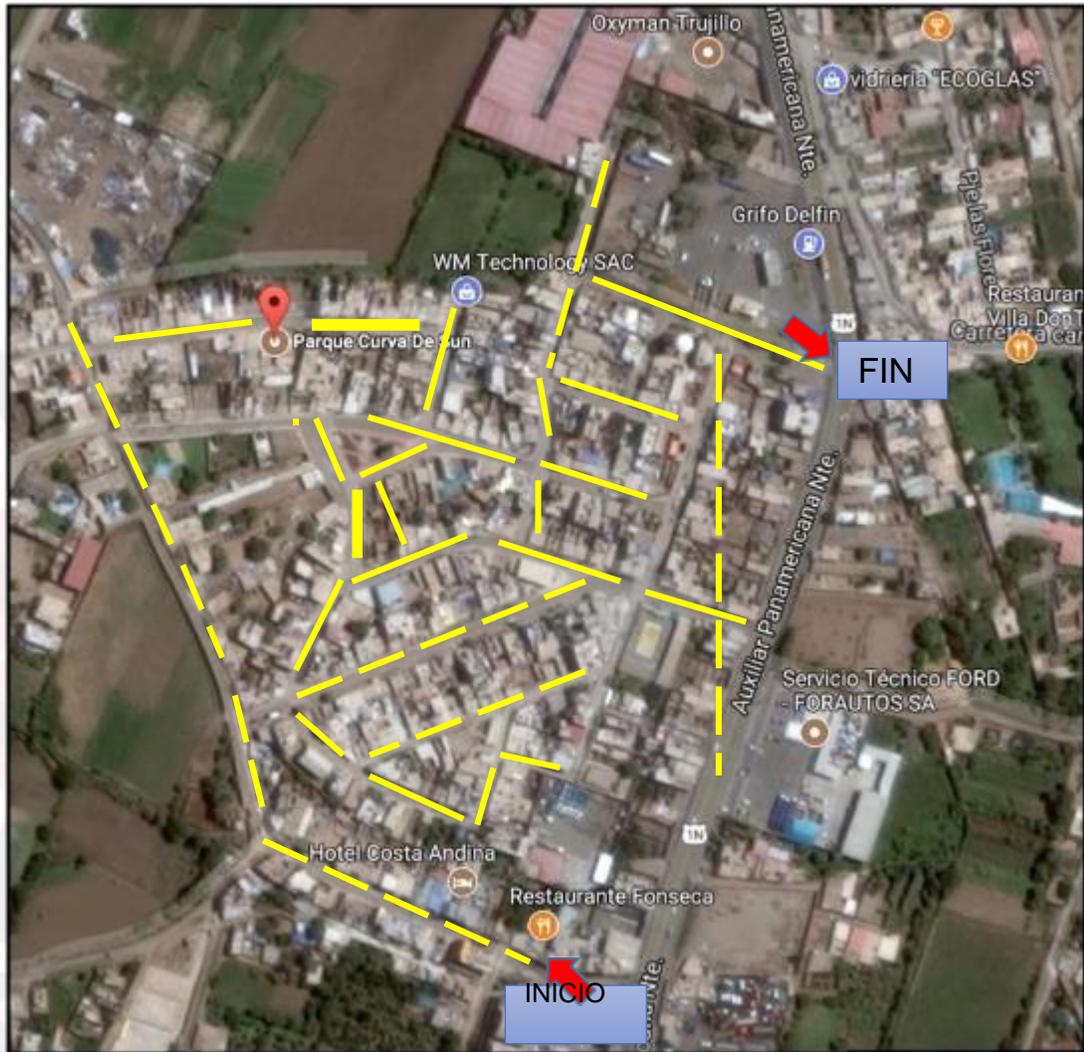


Tabla 7. Calles y Jirones del Sector Curva de Sun

ZONA	CALLES Y JIRONES
<b>CURVA DE SUN</b>	Amapolas, Los Jazmines, Arizona, San Jorge, Las Violetas, Los Lirios, Los Geranios, Los Girasoles, Los Claveles, Santa Lucía



## **2.1.4. UNIDADES QUE SE UTILIZARÁN PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA**

La recolección la realizará la Asociación de recicladores debidamente inscrita en la Municipalidad, por medio de una moto furgoneta; a cada poblador empadronado se le brinda una bolsa donde durante una semana tiene que almacenar en dicha bolsa todos los residuos sólidos inorgánicos reciclables como cartón, plástico, latas, papel, vidrio entre otros; para su posterior entrega a la asociación de recicladores en el día indicado de su sector.

## **2.1.5. UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE ACOPIO**

Al finalizar la recolección en el sector, todos los residuos serán debidamente trasladados hacia el centro de acopio de residuos sólidos inorgánicos ubicado en Ex Línea Férrea S/N – Moche (Cochera Municipal) para su adecuada segregación y almacenamiento.

## **2.1.6. UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE COMERCIALIZACIÓN,**

La comercialización de los residuos debidamente segregados por tipo será realizada con la empresa Recicladora Manuelita S.A.C. con RUC N° 20481450358 ubicada en Mza. C2 Lote. 18 Urb. Parque Industrial, La Libertad, Trujillo, La Esperanza.

## **2.2. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES**

### **2.2.1. PARTICIPANTES**

Para el tratamiento de los residuos orgánicos se requiere la participación de los puestos de los mercados, los establecimientos no domiciliarios como son los restaurantes, juguerías y las granjas por el guano que generan. Asimismo, se utilizan como fuente los restos de poda de los provenientes del mantenimiento de los parques y jardines del distrito.



## 2.2.2. ACCIONES DE EDUCACIÓN, SENSIBILIZACIÓN

Se programará reuniones y visitas para informar sobre la valorización de residuos orgánicos proporcionando folletos informativos y charlas y empadronando a las personas respectivamente.

Tabla 8. **Padrón de viviendas participantes en el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos municipales**

Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOMBRE Y APELLIDO	Nº HABITANTES	ZONA/SECTOR	FIRMA

Tabla 9. **Padrón de generadores no domiciliarios participantes en el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos municipales**

Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOMBRE Y APELLIDO DEL REPRESENTANTE	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO O INSTITUCIÓN	ZONA/SECTOR	FIRMA

Tabla 10. **Registro de residuos orgánicos valorizados provenientes del mantenimiento de las áreas verdes o similares**

REGISTRO DE ÁREAS VERDES O SIMILARES						
Nº	CÓDIGO	UBICACIÓN EN COORDENADAS UTM		ZONA/SECTOR		
		Norte	UTM			



## 2.2.3. HORARIOS Y RUTAS PRIORIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA

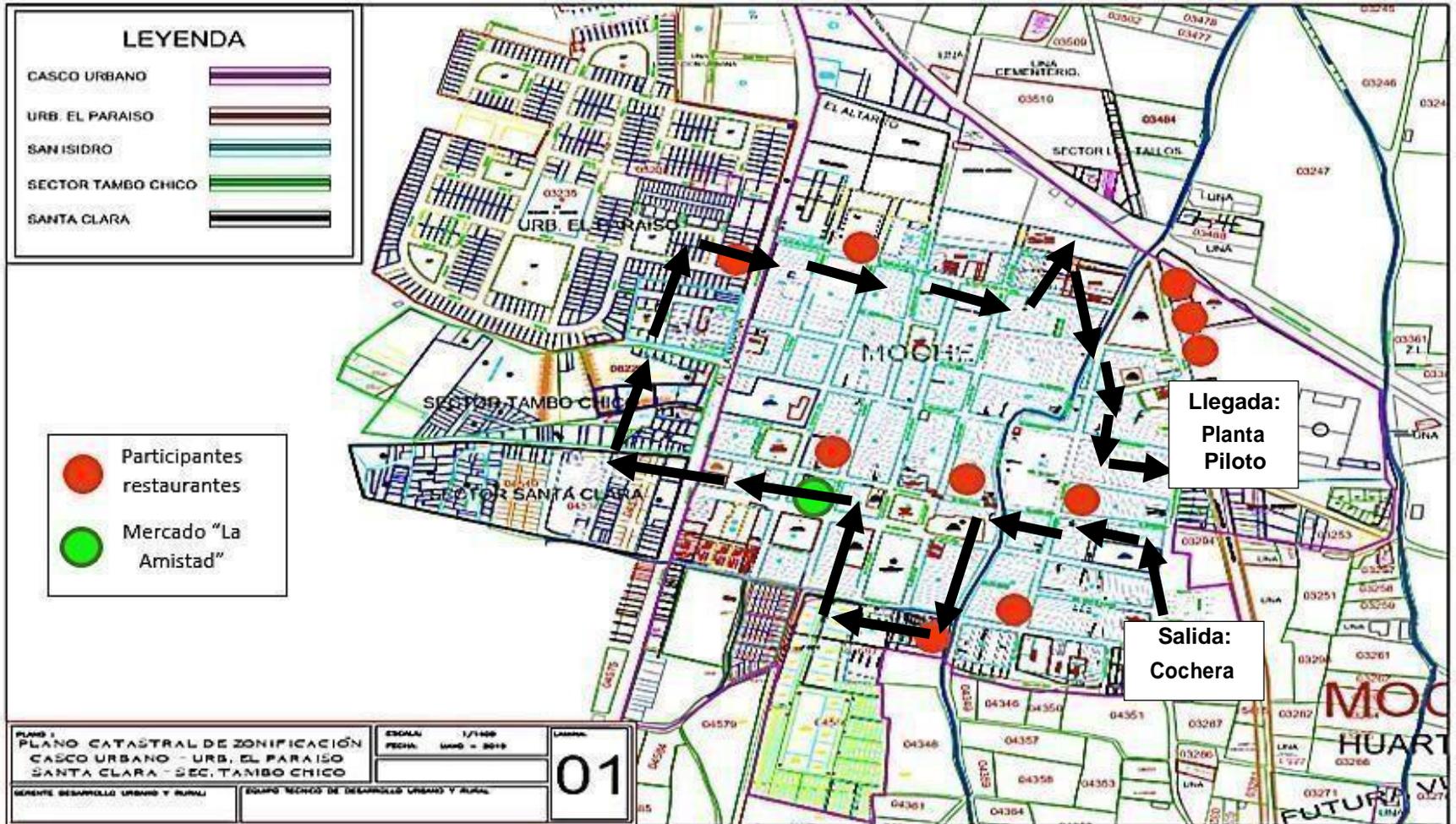
Las zonas de intervención para la valorización de residuos orgánicos son Caso Urbano y Campiña de Moche para lo cual se estableció la siguiente ruta de recolección:

Tabla 11. **Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Orgánicos**

<b>Fuente</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Horario</b>	<b>Unidad vehicular</b>
<i>Mercado</i>	Diaria (Lunes a viernes)	9:30am a 4pm	Volquete DINA
<i>Áreas verdes</i>	Lunes – jueves	8am a 1pm	Moto furgón EW-8180
<i>Granjas</i>	Quincenal	8am a 2pm	Moto furgón EW-8180
<i>Restaurantes</i>	Diaria (Lunes a viernes)	2pm a 6pm	Moto furgón EW-8180



## Plano N°05: Ruta de recolección en Casco Urbano de Moche



Fuente: Catastro Municipalidad Distrital de Moche 2019



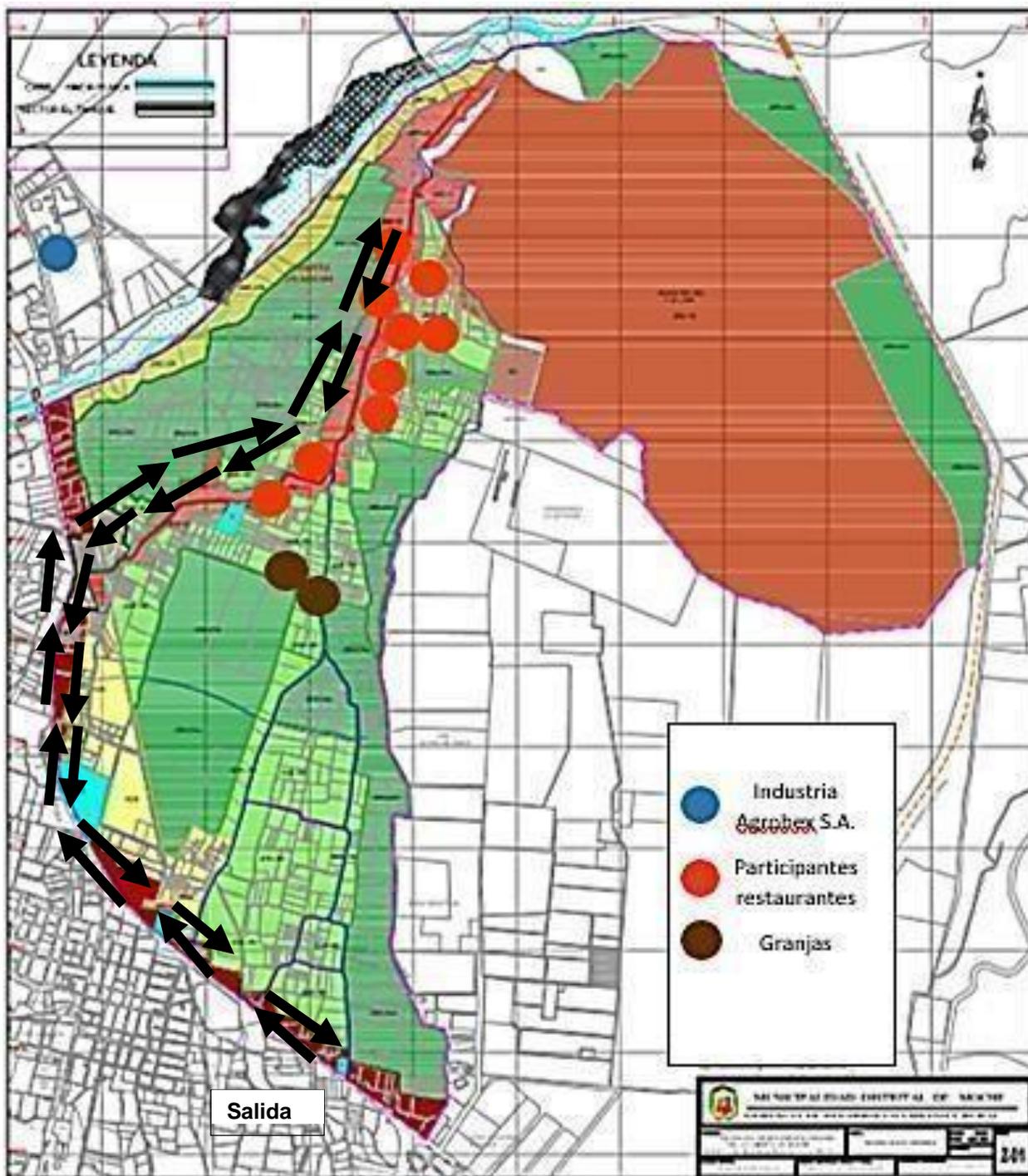
# MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE MOCHE

~Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia~



¡Somos educación,  
identidad y cultura!

## Plano N°06: Ruta de recolección en Campiña de Moche



Fuente: Catastro Municipalidad Distrital de Moche 2019



## 2.2.4. UNIDADES QUE SE UTILIZARÁN PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA

En la recolección de residuos orgánicos se utilizará una motofurgon, y se cuenta con una balanza electrónica para el pesaje diario de los residuos recolectados por el generador.

## 2.2.5. UBICACIÓN DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS VALORIZADOS Y LOS PROCESOS QUE SE REALIZAN EN EL MISMO

Los residuos orgánicos recolectados por cada generador serán trasladados a la planta de valorización de orgánicos se encuentra ubicado en un área de la Ex Línea Férrea S/N – Moche (Cochera Municipal).

La planta de valorización de residuos orgánicos cuenta con un área de 200 metros cuadrados aproximadamente en los cuales se encuentra la zona de descarga, y la zona de pilas de compost y humus.

### a. COMPOSTAJE

Tabla 12. Proceso de recolección de la materia prima

<b>Recepción de la materia prima</b>	<b>Tipo:</b> Físico
<b>Descripción:</b>	
La Municipalidad Distrital de Moche cuenta con un día específico en donde se realiza la recolección de los residuos sólidos orgánicos de las diferentes fuentes de generación.	
<b>Puntos críticos:</b>	<b>Solución:</b>
Contaminación por contacto con residuos peligrosos	Uso de Equipos de Protección Personal
<b>Método manual:</b>	<b>Materiales:</b>
Los residuos sólidos orgánicos provenientes de las fuentes como mercado y áreas verdes, son dispuestos en bolsas negras y trasladadas hasta la planta piloto de compostaje.	Guantes multiflex, uniformes, mascarillas
<b>Selección en la fuente</b>	<b>Tipo:</b> Físico



<b>Descripción:</b>	
La separación consiste en eliminar de la fracción orgánica los elementos que no se degradan biológicamente y aquellos que pueden causar la contaminación de las operaciones biológicas. Por lo que se debe realizar en la planta.	
<b>Puntos críticos:</b>	<b>Solución:</b>
Contaminación por contacto con residuos peligrosos	Uso de Equipos de Protección Personal
<b>Método manual:</b>	<b>Materiales:</b>
En la Planta Piloto de Compostaje se descargan los residuos sobre una superficie plana, y el personal con protección para vías respiratorias, pies y manos, realiza la separación de todos aquellos elementos que pueden ser tóxicos para el compostaje, muy grandes para su transporte o que por su dureza pueden afectar el equipo para la reducción de tamaño.	Guantes multiflex, uniformes, mascarillas
<b>Molienda de la materia prima</b>	
	<b>Tipo:</b> Físico
<b>Descripción:</b>	
También se le conoce como trituración. Consiste en reducir el tamaño de los materiales para facilitar la degradación.	
<b>Puntos críticos:</b>	<b>Solución:</b>
Contaminación por contacto con residuos peligrosos y herramientas punzo-cortantes.	Uso de Equipos de Protección Personal
<b>Método manual:</b>	<b>Materiales:</b>
En la planta piloto de compostaje, los residuos son triturados para reducir el tamaño de 5cm a 10cm aproximadamente.	Guantes multiflex, uniformes, mascarillas, equipos punzo-cortantes, máquina trituradora

Tabla 13. **Proceso de ubicación de la pila para compostaje**

<b>Disposición en la pila de compostaje</b>	<b>Tipo:</b> Físico
<b>Descripción:</b>	
Consiste en colocar los residuos de las diferentes fuentes, los cuales han sido seleccionados y triturados, para un mejor tratamiento.	



<b>Puntos críticos:</b>	<b>Solución:</b>
Contaminación por contacto con residuos peligrosos	Uso de Equipos de Protección Personal
<b>Método manual:</b>	<b>Materiales:</b>
Los residuos vegetales secos deben colocarse primero, formando una capa de 10cm, luego se colocan los residuos vegetales verdes y frescos, formando una capa de 10cm, a continuación va una capa de 10cm de los residuos orgánicos y finalmente una capa de 2cm de tierra y estiércol.	Guantes multiflex, uniformes, mascarillas. Palanas, baldes y bolsas de polietileno

Tabla 14. Fases del compostaje

<b>Fase Mesofílica</b>	<b>Tipo:</b> Biológica
<b>Descripción:</b>	
El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5)	
<b>Fase Termofílica</b>	<b>Tipo:</b> <i>Biológica</i>
<b>Descripción:</b>	
Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60°C aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como Escherichia coli y Salmonella spp. Igualmente, como se verá en el capítulo 3.4, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto.	
<b>Humectación</b>	<b>Tipo:</b> Físico



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



¡Somos educación,  
identidad y cultura!

<b>Descripción:</b>	
Proporcionar la humedad necesaria para la degradación, evitando la inundación o la resequedad de la mezcla.	
<b>Puntos críticos:</b>	<b>Solución:</b>
Estación seca	Protección del sol utilizando plásticos perforados, composta inmadura, material de poda o residuos cafés en la superficie. Aumento de la humectación.
Escurrimiento delixiviados	Volteo o perforación de nuevos canales de aireación
Encharcamiento en la base	Disminución de la humectación y adecuación del drenaje
Resequedad de la mezcla	Aumento de la humectación, volteo Protección del sol
Estación húmeda	Protección de la lluvia utilizando plásticos o material de poda. Cambiar la pendiente de la pila. Adecuación del drenaje.
<b>Método manual:</b>	<b>Materiales:</b>
Con ayuda de recipientes (cubetas, tambos) o tubería flexible (manguera). El agua proviene de la red municipal o canales de riego muy cercanos	Sistema de irrigación con aspersores, tubería y bombas
<b>Aireación</b>	<b>Tipo:</b> Físico
<b>Descripción:</b>	
Esta técnica de compostaje se caracteriza por el hecho de que la pila se remueve periódicamente para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado.	
<b>Puntos críticos:</b>	<b>Solución:</b>
Disminución de la temperatura antes de tiempo	Disminuir el periodo de volteo
<b>Método manual:</b>	<b>Materiales:</b>



Es muy usual que los volteos se lleven a cabo con una simple pala cargadora, recogiendo y soltando del material para posteriormente reconstruir la pila, tal y como se muestra en la figura.	Guantes multiflex, uniformes, mascarillas
<b>Fase Mesofílica</b>	<b>Tipo:</b> <i>Biológica</i>
<b>Descripción:</b>	
Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista (Figura 4). Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.	
<b>Maduración</b>	<b>Tipo:</b> <i>Biológica</i>
<b>Descripción:</b>	
Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.	

## b. HUMUS

- **Preparación de lugar para las pilas**

Empezaremos a confeccionar los lechos con materiales disponibles en el predio y del menor costo posible.

- **Preparación de los alimentos**

La Zona de preparación del alimento en los cuales se realiza la instalación de las pilas comprendiendo una mezcla de los residuos verdes y estiércol en proporciones ya establecidas.

Estas pilas de material residual instaladas se convertirán en el alimento de las lombrices mediante un proceso de degradación, bajo condiciones de humedad, temperatura y aireación controladas. Es así, que en esta etapa



se requiere de un riego moderado y continuo, lo que conlleva a obtener un residuo líquido llamado lixiviado, el que en la actualidad se deja discurrir, generando una pérdida importante del recurso e impactando negativamente al suelo.

Para la producción de humus de lombriz se necesita inicialmente preparar su alimento, para esto se requiere de material vegetal y material nitrogenado residual. La mezcla de estos dos componentes permite que se desarrolle el proceso de degradación insipiente de la materia orgánica a través de reacciones aeróbicas, originadas por microorganismos, hongos y bacterias que habitan en el material. Es necesario que el material a descomponer logre el grado de descomposición inicial sin tener contacto con las lombrices, ya que las reacciones y altas temperaturas alcanzadas en ese proceso son perjudiciales para estos animales.

- **Colocación de las pilas**

Cada pila está compuesta de material vegetal y de material nitrogenado. Luego de que el proceso de descomposición haya finalizado, se procede a colocar una capa delgada de alimento nuevo (cebo) sobre el habitáculo para que las lombrices salgan a la superficie y poder así cosecharlas para colocarlas en el siguiente habitáculo en proceso de instalación. Una vez que se retiran las lombrices se procede a la cosecha del humus; con la ayuda de palas se retira el producto del habitáculo y setraslada enbuggis hacia la zona de procesamiento donde se realiza el zarandeo (con cuidado de retirar las lombrices aún se encuentre en el material). Después de ello se procede al embolsado y pesado de los sacos. Finalmente los sacos de humus producidos serán acopiados en la zona dealmacenaje para su posterior distribución.



# MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE MOCHE

~Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia~



¡Somos educación,  
identidad y cultura!

## 3. CRONOGRAMA DE INTERVENCIÓN

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	AÑO 2021 (EN MESES)												RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Coordinaciones Generales															Oficina de Gestión de Medio Ambiente
Recopilación de información	Información de EC-RS, estudios de mercado, iniciativas anteriores														Oficina de Gestión de Medio Ambiente
Análisis de la información	Información de años anteriores														Oficina de Gestión de Medio Ambiente
Diseño de ampliación de programa	Establecimiento de estrategia con inclusión de recicladores formalizados														Oficina de Gestión de Medio Ambiente
Coordinaciones para la Administración del servicio															Oficina de Gestión de Medio Ambiente
Socialización del programa	Presentación de propuesta de diseño														Oficina de Gestión de Medio Ambiente







# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"



¡Somos educación,  
identidad y cultura!

<b>3 INCORPORACIÓN DE NUEVAS VIVIENDAS, ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES PARA INORGÁNICOS Y EMPADRONAMIENTO DE MERCADOS E IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS VERDES S/ 37.00</b>					
	<b>Materiales</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	Papel Bond A4	Paquete	1	12	12
	Lapiceros	Caja	1	25	25
<b>4 PESAJE S/ 150.00</b>					
	Pesajes de residuos recolectados	Servicio	10	15	150
<b>5 RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS S/ 400.00</b>					
	<b>Materiales</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	Guantes activgrip	Par	50	6	300
	Mascarilla descartable x 50 unidades	Caja	10	10	100
<b>6 RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS S/ 4,860.00</b>					
	<b>Materiales</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	Botas de jebe	Unidad	20	100	2000
	Respirador doble vía	Unidad	6	150	900
	Repuesto de filtros de respirador doble vía	Unidad	6	150	900
	Palanas	Unidad	2	65	130
	Cal x 5kg	Bolsa	10	7	70
	Guantes activgrip	Par	10	6	60
	Zapatos industriales	Par	10	80	800
<b>7 PLANTA DE VALORIZACIÓN S/ 3,850.00</b>					
	<b>Mano de obra e insumos</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	Servicio de mantenimiento total	Servicio	1	3000	3000
	EM-compost	Litro	10	80	800
	Afacipermetrina para moscas	Litro	1	50	50



## ANEXO 7: EVIDENCIAS DE USO DE COMBUSTIBLE (EJEMPLO)

### OFICINA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ORNATO

#### **INFORME N° 1595-2021-OGERSO-MDM**

**A** : Ing. Jhossef Edinson Carbonell Muñoz  
**Gerente de Salud Pública y Gestión Ambiental – MDM**

**DE** : Ing. César Gabriel Trigos García  
**Jefe de la Oficina de Gestión de Residuos Sólidos y Ornato - MDM**

**ASUNTO** : CONFORMIDAD DE COMBUSTIBLE PARA LAS UNIDADES MÓVILES DE LA OFICINA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ORNATO

**FECHA** : Moche, 15 de Diciembre del 2021

**REFERENCIA** : INFORME N° 00652- 2021- UACP – MDM

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que estoy dando conformidad al Servicio de Abastecimiento de Combustible, para las unidades móviles de limpieza pública correspondiente del 01 al 03 de diciembre del 2021, de acuerdo al informe de la referencia enviado por la Unidad de Almacén y Control Patrimonial, el cual detallo a continuación:

**GASOHOL 90 GAL: 16.33 GALONES**

<b>FECHA</b>	<b>N° VALE</b>	<b>UNIDAD MÓVIL/PLACA</b>	<b>GALONES</b>
01/12/2021	V23000000632	PODADORA	1.60
01/12/2021	V23700000631	EW-8180	3.44
01/12/2021	V23700000633	8591-QM	1.02
03/12/2021	V23000000644	PODADORA	1.00
03/12/2021	V23700000639	EW-8176	2.20
03/12/2021	V23700000643	HIDROYET	3.00
03/12/2021	V23000000642	EW-8180	2.22
01/12/2021	V23000005102	EW-8176	1.85

Es cuanto informo a usted para su conocimiento, y demás fines.

Atentamente,

CC. Archivo.

PD. Adjunto 08 Vales de crédito de combustible (copia)

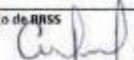


Semana	Codigo de la unidad vehicular:							Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
01-07/03/2021								0
02-08/03/2021								0
09-15/03/2021								0
16-22/03/2021								0
23-29/03/2021								0
30-31/03/2021								0
Total recolectado por unidad en el mes								0

Semana	Codigo de la unidad vehicular:							Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
01-07/04/2021								0
02-08/04/2021								0
09-15/04/2021								0
16-22/04/2021								0
23-29/04/2021								0
30-31/04/2021								0
Total recolectado por unidad en el mes								0

Semana	Codigo de la unidad vehicular:							Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
01-07/05/2021								0
02-08/05/2021								0
09-15/05/2021								0
16-22/05/2021								0
23-29/05/2021								0
30-31/05/2021								0
Total recolectado por unidad en el mes								0

Responsable del Área de Gestión y Manejo de RRSS

Firma: 

Nombres y apellidos: César Gabriel Trigos García

DNI: 70581312

Fecha: 22/12/2021

## ANEXO 8: GALERÍA FOTOGRÁFICA

### UNIDADES Y PERSONAL ENCARGADAS DE LA RECOLECCIÓN DE RRSS EN MOCHE:







ENTREVISTA CON EL PERSONAL DE LA MUNICIPALIDAD:

