

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA A LA GESTIÓN  
LOGÍSTICA DE UNA MUNICIPALIDAD PARA  
REDUCIR LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN UN  
DISTRITO DE TRUJILLO, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Jaime Ángel Chávez Rivera

**Asesor:**

Mg. Luis Alfredo Mantilla Rodríguez

Código ORCID: [https://orcid.org/0000 0002 5497 4826](https://orcid.org/0000_0002_5497_4826)

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Cesar Enrique Santos Gonzales</b>	<b>41458690</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Oscar Alberto Goicochea Ramírez</b>	<b>18089007</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Miguel Ángel Rodríguez Alza</b>	<b>18081624</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## DEDICATORIA

A mis padres: Jaime Chávez, Ángela Rivera por guiarme y mostrarme el correcto camino hacia la superación, el buen ejemplo de disciplina y perseverancia, por su soporte e impulso en todo momento, velando por mi integridad, educación y por tener siempre presente tanto los valores éticos como morales.

Agradezco a la Universidad Privada del Norte por la calidad de enseñanza brindada y todos los alcances dados para poder culminar exitosamente mi carrera e ir por nuevas metas, como así también a la plana docente por su alto nivel cualificado y a mi asesor Luis Mantilla Rodríguez por su guía y orientación en mi proyecto de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres: Jaime Chávez, Ángela Rivera por guiarme y mostrarme el correcto camino hacia la superación, el buen ejemplo de disciplina y perseverancia, por su soporte e impulso en todo momento, velando por mi integridad, educación y por tener siempre presente tanto los valores éticos como morales.

Agradezco a la Universidad Privada del Norte por la calidad de enseñanza brindada y todos los alcances dados para poder culminar exitosamente mi carrera e ir por nuevas metas, como así también a la plana docente por su alto nivel cualificado y a mi asesor Luis Mantilla Rodríguez por su guía y orientación en mi proyecto de investigación

**Tabla de contenido**

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>9</b>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	10
CAPÍTULO III: RESULTADOS	20
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	25
REFERENCIAS	27
ANEXOS	28

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: <i>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR Y ANALIZAR DATOS.</i>	18
TABLA 2: <i>GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS-DISTRITO DE TRUJILLO</i>	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: <i>COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</i>	21
FIGURA 2: <i>COMPOSICIÓN FÍSICA DE RRSS NO DOMICILIARIOS</i>	21
FIGURA 3: <i>GRAFO NO EULERIANO</i>	22
FIGURA 4: <i>SIMULACIÓN DEL MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS</i>	23
FIGURA 5: <i>MODELO DE RUTAS SIMULADO</i>	24

## RESUMEN

La presente investigación abordó el tema de propuesta de mejora a la gestión logística de una municipalidad para reducir los residuos sólidos en un distrito de Trujillo 2021, teniendo como objetivo principal determinar cómo influye la propuesta de mejora a la gestión logística de una municipalidad, en el volumen de residuos sólidos en un distrito de Trujillo donde se planteó una metodología cualitativo, tipo descriptiva, en donde se obtuvo una muestra de 383 con resultados de que lo más botado en residuos domiciliarios es el papel representado por un 41,5%, también se tuvo que el 54,4% de la población a veces optan por participar en programas de la correcta gestión de residuos sólidos.

De acuerdo con el análisis de resultado se concluyó que la generación de residuos sólidos no solo aumenta su volumen por el crecimiento de la población sino también por la falta de interés de esta de informarse y formar parte de programas para la correcta gestión de sus residuos sólidos. También se concluye que mediante el modelo de optimización de rutas realizado en el software SW GRAPHS se mejora en la eficiencia del recojo de residuos sólidos disminuyendo el volumen de estos en el distrito.

**PALABRAS CLAVES:** Gestión residuos sólidos, gestión logística, modelo óptimo.



## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, la ineficiente gestión de residuos sólidos es una de las problemáticas más críticas, por la razón que conlleva a un efecto totalmente perjudicial a toda una sociedad provocando focos de infección, enfermedades que afectan negativamente al bienestar de la población. Como también, ser posibles fuentes de madrigueras de roedores y aumento de insectos por la razón que estos residuos sirven como alimentación de estas plagas (Henao y Piedrahita, 2015). Por otro lado, el medio ambiente también se ve afectado por el crecimiento de los desechos sólidos que viene en aumento en varios países y viéndose estos en una problemática, siendo uno de estos países España, donde por habitante español se genera aproximadamente 590kg de basura, de la cual solo 350 kg llega a los botaderos. Los datos mencionados, nos indican que son valores altos de generación de residuos, ocasionando que hace mas de 10 años el crecimiento de su generación haya sido aproximadamente de 52% por ciudadano y por día (Zarpan, 2018). Hoy en día, gran número de ciudades se ven afectadas por el creciente aumento de la población, por lo que optan recurrir a la logística urbana, implicando tópicos como transporte urbano, mantenimiento de calles, servicio de limpieza, gestión de los desechos, servicio urbano inmediato y prontas respuestas a sus dudas (Alvarado, 2017).

A nivel nacional, la composición de residuos sólidos se compone un 64% de residuos no peligrosos y 26% de desechos provenientes de industrias. Se obtuvo que en la Costa es donde existe la mayor concentración de basura, donde Lima es donde está presente la mayor producción de residuos seguido del Callao. En el país se produjo 13,244 toneladas por día

durante todo el 2014; la cual Lima y el Callao tuvo una producción de 5,970 t/día, ciudades dentro de la costa 3,224 t/día, y ciudades dentro de la selva 1,314 t/día y ciudades de la sierra 2,736 t/día. La generación de residuos sólidos domiciliarios al 2014 se generó 7'497,482 t/año y sólo 3'309,712 toneladas en el 2018, de las cuales menos del 50% tuvieron un correcto tratamiento (Medina, 2019). Asimismo, varias organizaciones optaron por la aplicación de la logística inversa y para aumentar la sostenibilidad se emplearon sistemas, con la finalidad de buscar una reutilización de los productos, aunque esta logística previamente solo se centraba en tener el producto a un accesible precio en el lugar y tiempo oportuno (Veliz, 2020). En el país, donde se concentra la mayor cantidad de desechos urbanos es en los botaderos a cielo abierto, por lo mismo que no existe un control sobre los efectos negativos que afectan directamente a la salud del habitante y al medio ambiente. Con respecto a ello, se encontró una alternativa realizando una gestión mixta conformada por prácticas formales e informales (Higuera, 2020).

Trujillo, por medio del Servicio de Gestión Ambiental, se tiene conocimiento que se gestiona de forma periódica los residuos sólidos, por el motivo que existen diferentes puntos los cuales se encuentran concentrados día a día de bultos de basura que faltan recoger en su totalidad, siendo estas fuentes de focos de infección y contribuyendo a la contaminación del medio ambiente. Por lo tanto, constituye de aspecto jurídico una falta al derecho que dispone todo ciudadano de desarrollarse y disfrutar de un equilibrado y saludable ambiente (Tocas, 2019). La ciudad, previamente no contaba con un vertedero provocando que se complique llevar una eficiente gestión de desechos; se obtuvo un cálculo promedio de la densidad de estos residuos previo a compactarse en Trujillo de 129.55 kg/ m<sup>3</sup> y una producción Per

Cápita kg/hab/día de 0.54, y una proyección de habitantes para el año 2015 de la ciudad de 318 914 habitantes, y al mismo tiempo proyectándose para dicho año una generación de desechos de 172 213,56 kg por día, esta incertidumbre, originó que gran parte de los desechos sólidos finalicen de forma directa en los lagos, ríos, mar, incluyendo áreas urbanas y agrícolas, provocando grandes consecuencias negativas en el aspecto ambiental, económica y social (Canchucaja, 2017). En el distrito, se encontró que el principal causante de la creciente y alta contaminación ambiental, se debe por la carencia de un correcto y eficaz GRS por parte de la municipalidad distrital, sin embargo, se cuenta con normativa de lo mencionado; por lo tanto, incumpliendo las leyes, se añade que no se carece de un espacio para la disposición final de residuos sólidos y por este motivo se produce una sobreproducción y acumulación de estos al aire libre como calles, parques, etc. De esta manera afectando negativamente al buen desarrollo y bienestar de la sociedad (Medina, 2019).

Según (Mártinez, 2018), para obtener su grado de titulado en la universidad Politécnica Nacional en su tesis "Propuesta de rediseño de macro y micro rutas del sistema de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Tulcán", aseguró que el diseño de micro rutas de recolección permite incrementar el uso de la jornada laboral un 28%, empleando un promedio de 7 horas con 40 minutos y mediante la aplicación de la teoría de grafos a través del software utilizado se demuestra la eficacia para abordar problemas de ruteo asociados a la gestión de residuos sólidos en especial en diseño de rutas del cual se modificó el software con la realidad de la problemática, haciendo uso de doble peine, refiriéndose al trazo que se debe recorrer mínimo dos veces debido a que son doble vías muy anchas. Hizo empleo de la

herramienta de la encuesta aplicado a los usuarios del servicio y caracterización de los residuos sólidos municipales.

En la tesis de (Braga, 2015), titulada "El uso de la logística inversa para la gestión de residuos en un minorista de comestibles brasileño, afirmó que, con la implementación y buena gestión de los procesos de logística inversa", los resultados obtenidos son altamente positivos, por consecuente obteniendo beneficios para la empresa a través de la venta de materiales, aportando a la concientización medioambiental de todos los implicados en el proceso y logrando reducir el impacto medioambiental generado por la eliminación de materiales en rellenos sanitarios. Se observó que, a los 6 meses de la implantación de la logística inversa, el supermercado eliminó la producción de 56.828,00 kg de materiales abióticos, que no pueden transformarse en el medio ambiente con el paso del tiempo, y 18.161,00 kg de materiales bióticos, que pueden transformarse en el medio ambiente

Según (Muro, 2019), para obtener el grado de titulación, presentó el siguiente trabajo de investigación: "Modelo de optimización del recojo de residuos sólidos municipales en el distrito de Jayanca para mejorar la eficiencia del servicio-2018". Hizo empleo de las técnicas de la encuesta, análisis documental y entrevista. Concluyó que mediante el algoritmo del cartero chino se logró solucionar problemas de rutas, reduciendo la distancia viajando mediante la longitud de las calles, y la realización de dos viajes por calles de doble acera siguiendo la lógica del método donde ir de acerca en acera no es óptimo. Del cual logró un diseño de planificación de rutas en el distrito de Jayanca.

Según (Canchucaja, 2017), para obtener el grado maestra en arquitectura en la universidad Cesar Vallejo, presentó en su tesis Efectos urbano-ambiental producidos por la gestión de residuos sólidos del mercado de abastos "La Hermelinda" en el distrito de Trujillo

2017, empleó las herramientas a continuación: Lista de chequeo, sistemas cartográficos, matriz causa-efecto, sistemas de interacciones o redes, análisis de sistemas, métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación, métodos de simulación métodos "ad hoc", métodos cuantitativos. Aseguró que la mala gestión de residuos sólidos ocasiona un deterioro del medio ambiente, un incremento de focos infecciosos, menos espacios, mayor contaminación de los suelos e incremento de riesgos en la salud. Identificó que alrededor del 25.3% de la población del Distrito de Trujillo, opinaron que la gestión de desechos necesita mejora, dando entender que el efecto urbano emitido por los gases fue alto, a su vez; encontró un porcentaje del 18.8% de la población mencionada, consideró que existió una efectiva gestión de desechos sólidos, consecuentemente el efecto urbano emitido por emisión de gases también fue considerado alto.

En la tesis de (Díaz, 2016), para obtener el grado de licenciatura en la Universidad Señor de Sipán, presentó su tesis titulada: "Estrategias para mejorar la gestión de residuos sólidos hospitalarios. Servicio de emergencia. Hospital regional docente las Mercedes Chiclayo 2015". Empleó la técnica de la entrevista, entrevistó 22 técnicos enfermeras en días no laborales. Concluyó que para obtener soluciones que preserven el medio ambiente y prevención de los riesgos de enfermedades contraídas en el trabajo ocasionadas con el manejo de desechos sólidos requirió del establecimiento de Normas Técnicas con el siguiente contenido: funciones, responsabilidades y obligaciones, la clasificación de los residuos, procedimientos de manipulación, especificaciones de equipo y materiales, políticas, objetivos, misión. Obtuvo que el mayor riesgo causado por el manejo los residuos sólidos de los hospitales, en primer lugar, estuvo la adquisición de infecciones, con un porcentaje del 74.3%, después de estos estuvieron los accidentes ocupacionales, en un 7.6%.

Según (Higueras, 2020), para obtener el grado de licenciatura, presentó en su tesis titulada: "Transformaciones en el espacio social en el contexto de la gestión de residuos sólidos en la planta de tratamiento y relleno sanitario de Pongor". Empleó la metodología de corte cualitativo que determinó la cadena de personas, las cuales encontró estrechamente conectadas a la gestión de desechos sólidos. Concluyó que hay una variedad de modelos para comprender los residuos sólidos y que un modelo existente no excluye a la de otro.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye la propuesta de mejora a la gestión logística de una municipalidad, en el volumen de residuos sólidos en un distrito de Trujillo, 2021?

## **1.3. Objetivos**

Determinar cómo influye la propuesta de mejora a la gestión logística de una municipalidad, en el volumen de residuos sólidos en un distrito de Trujillo, 2021.

La investigación tiene como objetivos específicos:

Determinar la situación de la gestión de residuos sólidos en el distrito de Trujillo 2021.

Elaborar un modelo de optimización de rutas del recojo de residuos sólidos del distrito de Trujillo.

Simular el modelo de optimización de rutas del recojo de residuos sólidos del distrito de Trujillo.

#### **1.4. Hipótesis**

“La Propuesta de mejora a la gestión logística de una municipalidad, reduce el volumen de residuos sólidos en un distrito de Trujillo, 2021”.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

En la presente investigación se consideró una población finita, porque se conoce la cantidad de la población habitada en el distrito de Trujillo, según (Ramírez, 1999) la población finita es la que se conoce los elementos en su totalidad y son capaces de ser reconocibles por el investigador, por ende, en la presente investigación se tiene el conocimiento del número de elementos que lo conforman.

Para determinar el tamaño de muestra se usó la fórmula del muestreo no aleatorio para poblaciones finitas, se empleó un muestreo no probabilístico, no todas las personas han contado con la misma probabilidad de ser seleccionadas, por lo mismo que se procedió a seleccionar bajo uno o varios criterios. Según (Hernandez, 2014) .

La fórmula a aplicar fue:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{d^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra a calcular

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza ( $0.95/2=0.475$ ) en este caso para 0.475 el valor es 1.96.

d = es el máximo error permisible, para este caso es 5%

p = es la probabilidad de éxito se aplicará un valor de 0.50 para la proporción.

q = es la probabilidad de fracaso ( $q = 1-p$ ); en este caso es 0.50.

Cálculo de la muestra:



$$n = \frac{318\,914 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{(318\,914 - 1) \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 383.69$$

En dicha muestra se empleó el método no probabilístico que consistió en seleccionar a los individuos que convienen al investigador, los cuales serán provenientes de la población del distrito de Trujillo.

Para determinar la muestra se estableció los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Criterio de inclusión:

Población mayor de edad del distrito de Trujillo.

Pobladores que radican por un largo periodo en el distrito de Trujillo.

Criterio de exclusión:

No se considerará información de otros distritos fuera de Trujillo.

Se excluye a personas discapacitadas que no pueden proporcionar información.

No se aplicará a población menor de edad.

Pobladores que no radican por un largo periodo en el distrito.

**Tabla 1:**

*Técnicas e instrumentos para recolectar y analizar datos.*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	ADAPATACIÓN
Análisis documental	Se empleó la técnica del análisis documental ya para la obtención de datos a través de fuentes secundarias. Libros, revistas científicas, artículos científicos se utilizan como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés.	Revistas científicas, libros, artículos científicos.	Adaptación preexistente
Encuesta	Se usó la técnica de la encuesta para conocer el comportamiento de la población ante los residuos sólidos.	Cuestionario.	Adaptación preexistente

Fuente: Elaboración propia

El instrumento es un cuestionario, la técnica es la encuesta y pertenece al tesista (Muro, 2019), quién lo ha validado por 3 expertos: Ing. Dante Supor Rojas, Mg. Luis Larrea Colchado, Mg. Juan Franciosi Willis., a la vez pasó por una confiabilidad obteniendo un valor de ,874 de alfa de Cronbach.

El análisis documental como bien detalla la tabla 1, tuvieron lugar el uso de revistas científicas, libros, artículos científicos los cuales sirvieron para la obtención de datos de la gestión logística de los desechos sólidos en el distrito de Trujillo.

El objetivo de la encuesta fue recolectar toda la información necesaria proveniente de la población del distrito de Trujillo para conocer el tratamiento de los residuos sólidos, que permitió la exploración de dichos datos para su respectivo análisis descriptivo para la presente investigación.

Por lo tanto, la investigación presentada es descriptiva por que se trabajó sobre realidades y su característica primordial es exponer una interpretación fundamentada y correcta de las variables residuos sólidos y gestión logística.

Para el tratamiento de los resultados se empleó el software SWGraphs 2.0 el cual es un programa para la ejecución de diferentes algoritmos sobre la teoría de grafos teoría de grafos. Permite la creación, edición y análisis de grafos en modo gráfico o en modo matriz de adyacencia, así como la exportación de los grafos a ficheros .xml para su posterior utilización (Chamarro, 2014).

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se analizó la cantidad y características de los residuos sólidos generados en los hogares. Se presentó la caracterización de residuos del Distrito de Trujillo, en el que tuvo un desarrollo el cual siguió los procedimientos recomendados por el MINAMCONAM, consistentes en: análisis de la distribución de la población por estratos socioeconómicos, determinar la cantidad numérica del muestreo por estratos, procesos de las encuestas, cuantificación de la generación per cápita (GPC) y densidad, estudio de los componentes físicos de los residuos por estratos socioeconómicos, y análisis de la composición física de los residuos por estratos socioeconómicos.

**Tabla 2:**

*Generación de residuos sólidos-Distrito de Trujillo*

Distritos	Población 2020	Generación per cápita (kg/hab/día)	Generación RRSS Domiciliarios (Ton/Día)	Generación RRSS No Domiciliario (Ton/Día)	Generación Total (Ton/Día)
Trujillo	314,939	0.559	185.729	94.80	280.529

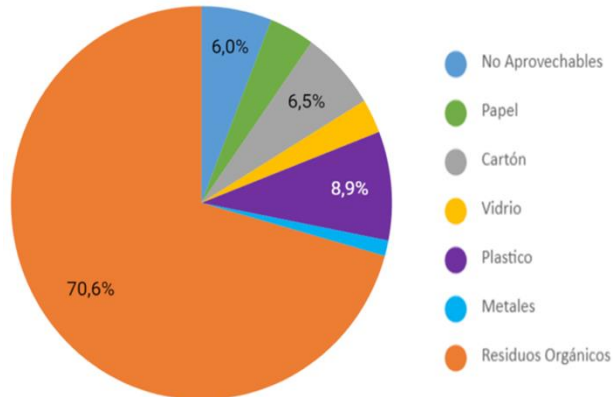
Fuente: Elaboración propia, información obtenida de Revista Ciencia y Tecnología.

La composición de los residuos sólidos en el distrito de Trujillo que fue considerado para la realizar este análisis, logrando identificarse la generación de diferentes tipos de residuos sólidos en el distrito.

La composición de los residuos sólidos se basa en los estudios de caracterización de residuos sólidos realizados por los diferentes municipios. Estos datos son cruciales para el fin de proyectar las cantidades que serán separadas en las actividades de disociación y reutilización de materiales en origen.

**Figura 1:**

*Composición de residuos sólidos domiciliarios*

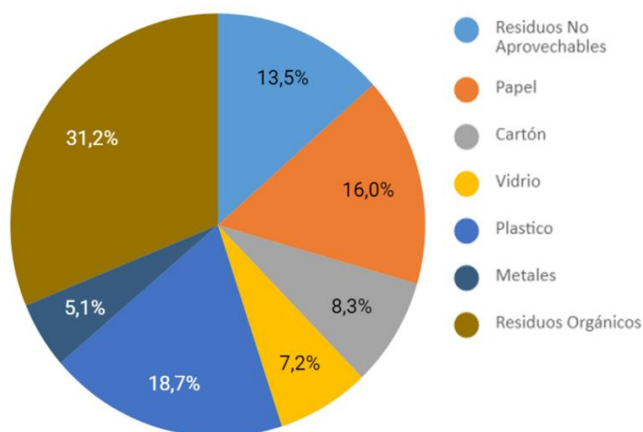


Fuente: Segat.

Los residuos sólidos en los domicilios están compuestos por 7 tipos de componentes como muestra la figura 6, donde se aprecia que los residuos orgánicos son los predominantes con un 70,6%.

**Figura 2:**

*Composición física de RRSS no domiciliarios*



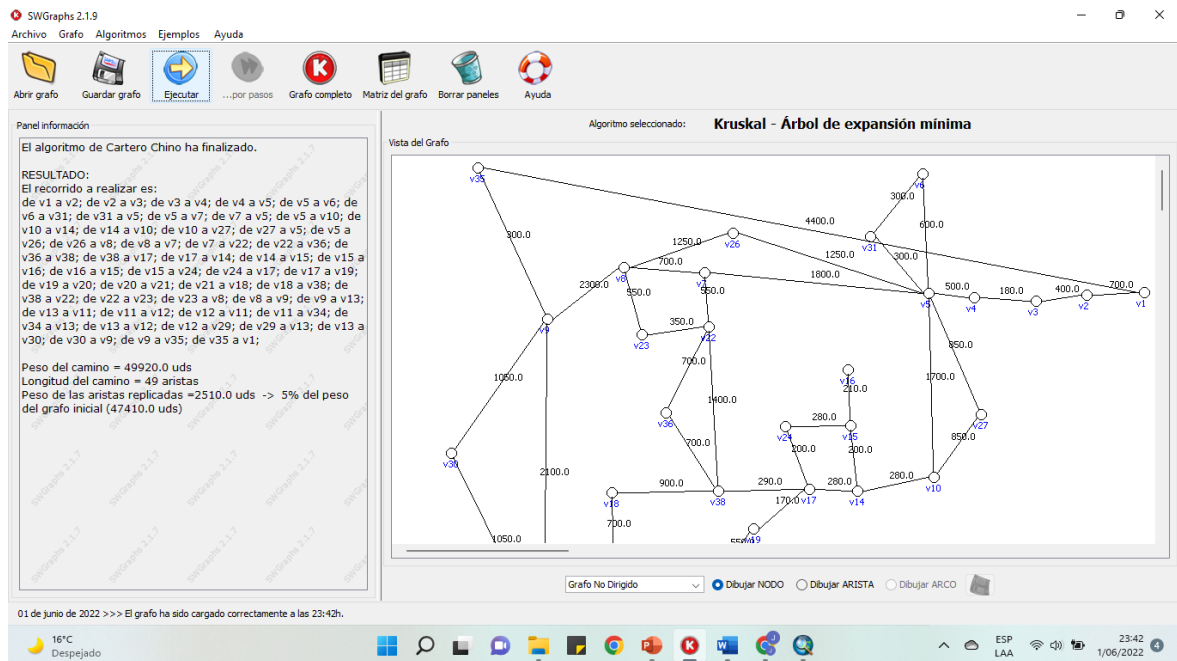
Fuente: Segat.



Una vez modelizado las rutas como un grafo y asignarle una numeración a cada nodo, se lleva al programa SWGRAPHS, posteriormente se selecciona algoritmo del cartero chino y se ejecuta, dando la solución en una línea indicando el recorrido que se tiene que realizar.

**Figura 4:**

*Simulación del modelo de optimización de rutas*



El recorrido a realizar es:

de v1 a v2; de v2 a v3; de v3 a v4; de v4 a v5; de v5 a v6; de v6 a v31; de v31 a v5; de v5 a v7; de v7 a v5; de v5 a v10; de v10 a v14; de v14 a v10; de v10 a v27; de v27 a v5; de v5 a v26; de v26 a v8; de v8 a v7; de v7 a v22; de v22 a v36; de v36 a v38; de v38 a v17; de v17 a v14; de v14 a v15; de v15 a v16; de v16 a v15; de v15 a v24; de v24 a v17; de v17 a v19; de v19 a v20; de v20 a v21; de v21 a v18; de v18 a v38; de v38 a v22; de v22 a v23; de v23 a v8; de v8 a v9; de v9 a v13; de v13 a v11; de v11 a v12; de v12 a v11; de v11 a v34; de v34 a v13; de v13 a v12; de v12 a v29; de v29 a v13; de v13 a v30; de v30 a v9; de v9 a v35.





## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para el primer objetivo específico con relación a la gestión de residuos sólidos se halló que en el distrito de Trujillo se genera de basura 0.559kg/hab/día. Los datos obtenidos por la población indica que el 54,4% a veces participa en la medida posible en programas de reciclaje donde se le indica como separar, clasificar, entre otros temas relacionados con la basura, este resultado se corrobora con la tesis de (Díaz, 2016) siendo este porcentaje un indicador por el cual no se preserva el medio ambiente y se puede contraer riesgos de enfermedades ocupacionales por la mala clasificación y trato de los residuos sólidos.

Ante el resultado del segundo objetivo específico, se realizó la optimización de rutas bajo el algoritmo del cartero chino, donde se busca hacer un viaje por acera, de esta manera realizando una efectiva y adecuada recolección de desechos y dando seguridad al trabajador al no tener que cruzar a la otra vía para llegar a la segunda acera, estos resultados se corroboran con la tesis realizada por (Muro, 2019) en la que propuso un modelo de rutas para recolección de residuos sólidos mediante el algoritmo del cartero chino.

Para el tercer objetivo específico, existen un solo viaje en las Av. América Norte, Av. América Sur, Av. América Oeste y entre otra avenida con dicha característica, donde el trabajador tiene que cruzar una vía para llegar a la otra acera. Esto es consistente con la tesis de (Mártinez, 2018), quien señala que las avenidas muy anchas, deben ser recorridas mínimo 2 veces donde cada vía debe tener un viaje para recoger los residuos sólidos de manera óptima.

En el objetivo general, al aplicar el algoritmo del cartero chino para la propuesta en mejora de las rutas a la municipalidad del distrito de Trujillo, consistió en la mejora en el

plan de rutas en las avenidas más transitadas se realice dos viajes para la recolección de los residuos de cada cera; de esta forma aumentando su eficacia de recojo. Teniendo afinidad con la tesis de (Mártinez, 2018) donde según el tipo de trazo mínimo se recorre una cantidad de veces por calle o avenidas.

Se concluye que, en el primer objetivo específico, se determinó que la situación de la gestión de residuos sólidos en el distrito de Trujillo, que gran medida la generación de residuos sólidos su volumen aumenta no solo por el crecimiento de la población, sino por la falta de interés de esta de informarse y formar parte de programas para la correcta gestión de sus desechos.

Se elaboró un modelo de optimización de rutas del recojo de residuos sólidos del distrito de Trujillo, siendo este el segundo objetivo específico, el cual mediante el software SW GRAPHS se logró simular una mejora de rutas para disminuir el volumen de los residuos en el distrito de Trujillo, la mejora de plan de rutas propuesto, buscó una alternativa para reducir el alto volumen presentado en las calles de Trujillo.

Como tercer objetivo específico se concluyó que mediante la simulación del modelo de optimización de rutas del recojo de residuos sólidos del distrito de Trujillo, a través del software SW GRAPHS, se obtuvo por donde comenzar el recorrido y el orden de rutas que se debe tomar, empleando los algoritmos de Dijkstra, Edmonds y Hierholzer.

Con respecto al objetivo general, se concluyó que la propuesta de mejora a la gestión logística de una municipalidad reduce el volumen de residuos sólidos en un distrito de Trujillo, ya que con la modificación el plan de rutas realizado se puede llegar a obtener una optimización en el recojo de residuos sólidos del distrito, basándose en la teoría del método del cartero que emplea algoritmos los cuales son Hierholzer, Dijkstra y Edmonds.

## REFERENCIAS

- Zarpan, A. (2018). *Gestión de residuos sólidos para disminuir la contaminación ambiental en la Institución Educativa N° 10641*. Cajamarca.
- Alvarado, M. (2017). DISEÑO DE TERRITORIOS PARA LA RECOLECCIÓN.
- Medina, W. (2019). Factores que limitan la gestión de los residuos sólidos y su relación con la contaminación ambiental del distrito de Trujillo, 2019.
- Veliz, E. (2020). LOGÍSTICA INVERSA COMO HERRAMIENTA PARA DISMINUIR LOS RESIDUOS DE ALIMENTOS EN SUPERMERCADOS DE LIMA METROPOLITANA. *Bachiller*. San Ignacio De Loyola, Lima.
- Higueras, S. (2020). Transformaciones en el espacio social en el contexto de la gestión de residuos sólidos en la planta de tratamiento y el relleno sanitario de Pongor . *Licenciado*. PUCP.
- Canchucaja, A. (2017). Efectos urbano-ambientales producidos por la gestión de residuos sólidos del mercado de abastos "La Hermelinda" en el distrito de Trujillo, 2017. *Maestría*. UCV, Trujillo.
- Martínez, F. (2018). Propuesta de rediseño de macro y micro rutas del sistema de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Tulcán.
- Braga, J. (2015). The use of reverse logistics for waste management in a Brazilian grocery retaile. (*tesis licenciatura*). Waste Management & Research, Brazil.
- Muro, C. (2019). Modelo de optimización del recojo de residuos sólidos municipales en el distrito de Jayanca para mejorar la eficiencia del servicio-2018.
- Diaz, F. (2016). ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS. SERVICIO DE EMERGENCIA. HOSPITAL REGIONAL DOCENTE LAS MERCEDES. CHICLAYO 2015. *Licenciatura*. Universidad Señor de Sipan.
- Hernandez, S. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F, México: booksmedicos.org.
- Zapata, C. (2006). Esta herramienta no ofrece respuesta a una pregunta, como el análisis de Pareto, diagramas Scatter o histogramas; en el momento de generar el diagrama causa-efecto, normalmente se ignora si estas causas son o no responsables de los efectos. Por otra parte. *Universidad EAFIT*.
- World Bank*. (2003).
- Chavez, E., & Cevallos, J. (2013). Investigación diagnostica propositiva.
- Álvarez, J. (2003). Como hacer una investigación cualitativa. In J. Álvarez, *hacer una investigación cualitativa fundamentos y metodología*. México: PAIDOS IBERICA.
- Villalpalndo, M. (2009). *Herramientas de calidad*. Madrid: Comillas Madrid.
- Jaramillo, G., & Zapata, L. (2008). APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA. *Redalyc*.
- INEI. (2014). Anuario de estadísticas ambientales.
- MINAM. (2016). Residuos y áreas verdes. *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*, 36.
- Perez, J. (2014). Problema del cartero chino. *Universidad de Vigo*.

## ANEXOS

### Anexo 1: Instrumento de la encuesta.

Recopilar información para conocer la eficiencia del servicio de recolección de residuos sólidos municipales del distrito de Trujillo									
Escala		1	2	3	4				
Leyenda		Totalmente en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Estoy de acuerdo	Totalmente de acuerdo				
Dimensiones		Indicadores			Calificación				
		Elementos tangibles			1	2	3	4	
Residuos sólidos	17.	El camión recolector está en optimas condiciones							
	18.	El personal de recolección cuenta con los implementos necesarios para realizar la acción.							
	19.	Sabe a dónde dirigirse si tiene alguna inquietud en relación a la recolección de los residuos sólidos.							
			Confiabilidad						
	20.	El personal cumple con el horario establecido para la recolección de residuos sólidos.							
	21.	Se cumple con la ruta de recolección establecida.							
	22.	Los trabajadores que recogen la basura realizan la recolección de forma cuidadosa, evitando el esparcimiento de desechos.							
	23.	El personal cumple con la frecuencia del recojo de residuos sólidos en su zona.							
			Capacidad de respuesta						
	24.	Existe disposición por parte de la municipalidad de Trujillo para atender alguna queja, petición consulta en relación a la recolección de basura.							
	25.	Si por alguna razón extemporánea el servicio de recolección es inhabilitado se obtiene respuesta rápida por parte de la municipalidad de Trujillo.							
	26.	La municipalidad de Trujillo tiene bien denificados los canales de comunicación con el usuario para recibir quejas, petición o consultas.							
	27.	La municipalidad de Trujillo atiende de manera rápida las denuncias presentadas por la comunidad.							
			Seguridad						
	28.	Los trabajadores que recolectan los residuos sólidos emplean herramientas adecuadas para realizar su trabajo							
	29.	Si existe alguna inquietud acerca de la recolección de basura, los trabajadores le aclaran las dudas.							
	30.	El comportamiento de los trabajadores que recogen la basura de su ruta le transmite confianza.							
	31.	Los trabajadores que recogen la basura son respetuosos con los usuarios							
			Empatía						
	32.	Está satisfecho(a) con el horario de recojo de residuos sólidos							
33.	Está satisfecho(a) con la frecuencia con la que pasa el servicio de recolección de residuos sólidos.								
34.	Está satisfecho con el trato del trabajador.								
35.	Se les informa si existe algún cambio en los horarios y días establecidos de recolección de la basura								

Recopilar información para conocer el tratamiento de la población de los residuos sólidos del distrito de Trujillo						
Variable dependiente: Residuos sólidos						
Dimensiones	Indicadores		Calificación			
Residuos sólidos	Clasificación		1	2	3	4
	1.	Lo que más bota al tacho de basura en casa.	Alimentos	Papeles	Latas	Plásticos
	2.	Usted actualmente separa su basura en plásticos, papeles, restos de comida, etc.	Totalmente en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Estoy de acuerdo	Totalmente de acuerdo
	Manejo					
	3.	En qué tipo de recipimiento	Tacho metálico	Tacho plástico	Bolsa plástica	Costal
	4.	Qué hace con la comida que le sobra.	Se bota al tacho	Se bota al contenedor	Se da a los animales	No me sobre
	5.	Qué hace con las botellas de plásticos y vidrios vacías.	Se bota al tacho	Se bota al contenedor	Se vende	Se recicla para la basura
	6.	Qué hace con las bolsas de plásticas.	Se bota al tacho	Se bota al contenedor	Se quema	Se recicla para la basura
	7.	Qué hace con las latas vacías.	Se bota al tacho	Se bota al contenedor	Se vende	Se recicla para la basura
	8.	Qué hace con el periódico y el cartón.	Se bota al tacho	Se quema	Se vende	Se recicla para la basura
	Ambiental					
9.	Creo saber cómo se separa la basura doméstica.	Totalmente en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Estoy de acuerdo	Totalmente de acuerdo	
10.	Le interesa recibir información sobre cómo separar y reciclar la basura doméstica, la manipulación correcta de los desechos, entre otros temas relacionados.	Totalmente en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Estoy de acuerdo	Totalmente de acuerdo	
11.	Participa en la medida de lo posible en programas de reciclaje.	Totalmente en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Estoy de acuerdo	Totalmente de acuerdo	
Microruta	Método de recolección					
	12.	Cuál es el método de recolección utilizado en su zona.	De parada fija	De acera	Contenedores	
	13.	Cada cuánto tiempo se llena el recipiente en su zona.	Diario	Interdiario	2 veces por semana	Una vez por semana
	14.	Dónde elimina usted los residuos sólidos.	Carro recolector	Botadero clandestino	Queman	Contenedor
	15.	Cuántas veces a la semana recogen su basura.	Diario	Interdiario	2 veces por semana	Una vez por semana
	16.	Horario que recogen su basura.	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada

Anexo 2: Evidencia de la basura no recogida correctamente en las avenidas de mayor tránsito.

























Anexo 3: Malas prácticas realizadas por el personal para poder recoger la basura de ambas aceras.



Anexo 4: Número de trabajadores que recolectan la basura.

