



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Optimización de rutas de transporte para la reducción de costos operativos en  
la empresa Transportes Leomar EIRL, Pacasmayo, La Libertad, Perú-2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

De la Cruz Jave, Clementina Jamileth ([orcid.org/0000-0002-6540-7122](https://orcid.org/0000-0002-6540-7122))  
Rodríguez Estevez, Laurita Anabelen ([orcid.org/0000-0003-1138-1630](https://orcid.org/0000-0003-1138-1630))

**ASESOR:**

Mg. Medina Sanchez, Carlos Lenin ([orcid.org/0000-0001-8576-1420](https://orcid.org/0000-0001-8576-1420))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

Chepén – Perú

2022

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación se lo dedicamos a nuestros padres, quienes nos permitieron seguir una carrera universitaria y ser nuestros motivos de superación, y cada uno de nuestros seres queridos quienes nos apoyaron día a día a no rendirnos y seguir adelante.

Al docente Medina Sánchez, Carlos que, gracias a sus conocimientos dados y los errores corregidos, hizo posible que realicemos este proyecto, el cual esperamos sea de su interés, y sobre todo sea claro para su conocimiento.

Las autoras.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios y a nuestros padres especialmente ya que son el motivo y quienes nos dan la fuerza para seguir adelante. Aunque no fue fácil este camino, ya estamos a un paso de decir que lo logramos, ya que siempre tenemos en claro nuestra meta y es sentirnos orgullosas de nosotras mismas por haber logrado lo que se inició hace algunos años.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	14
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	15
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS.....	16
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	17
3.5. PROCEDIMIENTO .....	18
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	19
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	20
IV. RESULTADOS .....	21
V. DISCUSIÓN .....	47
VI. CONCLUSIONES .....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Validaciones de expertos.....	18
Tabla 2. Problemas identificados y montos .....	23
Tabla 3. Problemas identificados y montos con frecuencias .....	24
Tabla 4. Recorrido de vehículos (pre test).....	26
Tabla 5. Costos fijos (pre test).....	27
Tabla 6. Rendimiento del combustible.....	28
Tabla 7. Cálculo de costo del combustible (pre test) .....	29
Tabla 8. Rendimiento de neumáticos .....	29
Tabla 9. Cálculo de costos de neumáticos (pre test).....	30
Tabla 10. Rendimiento del mantenimiento .....	30
Tabla 11. Cálculo de costos de mantenimiento (pre test).....	31
Tabla 12. Costos variables (pre test).....	32
Tabla 13. Cálculo de costos operativos (pre test).....	33
Tabla 14. Identificación de arcos, distancias y flujo.....	35
Tabla 15. Identificación de restricciones.....	36
Tabla 16. Recorrido de vehículos (post test) .....	38
Tabla 17. Cálculo de costos fijos (post test) .....	40
Tabla 18. Cálculo de consumo del combustible (post test).....	41
Tabla 19. Cálculo de costos de neumáticos (post test) .....	41
Tabla 20. Cálculo de costos de mantenimiento (post test) .....	42
Tabla 21. Cálculo de costos variables (post test) .....	43
Tabla 22. Cálculo de costos operativos (post test) .....	44
Tabla 23. Comparación de recorridos y costos (pre y post test).....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. Ubicación de la empresa.....	21
Figura 2. Diagrama de Ishikawa.....	22
Figura 3. Identificación de nodos.....	34
Figura 4. Ejecución de LINDO.....	37
Figura 5. Prueba de normalidad.....	45
Figura 6. Prueba de hipótesis.....	46
Gráfico 1. Diagrama de Pareto.....	25

## RESUMEN

La presente investigación estuvo enfocada en determinar la influencia que tiene la optimización de las rutas de transporte en los costos operativos de la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022. Para lograrlo, se empleó una investigación aplicada contando con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, además, la población del estudio estuvo conformada por un total de 7 camiones de transporte para la distribución de la empresa Transportes Leomar EIRL. Las técnicas e instrumentos que se utilizaron fueron la observación a través de un guía de recorrido y el análisis documental a través de formatos tales como el consumo de combustible, consumo de neumáticos, costos de mantenimiento y costos operativos. Entre los principales resultados se tuvo que los costos operativos se vieron disminuidos de S/ 88,894.45 en el pretest a S/ 87,117.18 en el post test donde, los costos fijos se mantuvieron en ambos periodos del pre test y post test pero los costos variables se redujeron de S/ 24,492.18 en el pre test a S/ 26,269.45. Finalmente, se concluye que la optimización de las rutas de transporte si influye en los costos operativos de la empresa Transportes Leomar EIRL y se comprueba con los resultados de la prueba de hipótesis donde el nivel de significancia fue 0,000 siendo menor que 0,05 según el criterio considerado.

**Palabras clave:** costos, optimización, operaciones, rutas, transportes.

## **ABSTRACT**

The present investigation was focused on determining the influence that the optimization of transport routes has on the operating costs of the company Transportes Leomar EIRL, 2022. To achieve this, applied research was used with a quantitative approach and an experimental design, in addition to, the study population consisted of a total of 7 transport trucks for the distribution of the company Transportes Leomar EIRL. The techniques and instruments that were used were observation through a tour guide and documentary analysis through formats such as fuel consumption, tire consumption, maintenance costs and operating costs. Among the main results, operating costs were reduced from S/ 88,894.45 in the pretest to S/ 87,117.18 in the post test, where fixed costs were maintained in both the pre-test and post-test periods, but variable costs were reduced. from S/ 24,492.18 in the pre-test to S/ 26,269.45. Finally, it is concluded that the optimization of transport routes does influence the operating costs of the company Transportes Leomar EIRL and it is verified with the results of the hypothesis test where the significance level was 0.000 being less than 0.05 according to the considered decision.

**Keywords:** costs, optimization, operations, routes, transportation.



## I. INTRODUCCIÓN

A simple vista, el conducir un camión no es de suma importancia, pero en realidad es parte de una industria relevante en la economía de nuestro país, y de todos en general, ya que transporta los diferentes insumos que son utilizados para diversos aspectos económicos, entonces podemos decir que el transporte de carga por carretera es una actividad esencial en la sociedad, siendo base fundamental del comercio interno y externo de los países a nivel mundial y local.

“El transporte de carga pesada se considera como parte fundamental de la cadena de distribución que se encarga del traslado de productos o bienes establecidos por un flete, desde un lugar de producción y/o almacenamiento hasta el lugar de consumo.” (Castro, 2013).

Conforme han ido evolucionando las sociedades, el transporte ha cobrado cada vez mayor importancia en los países, sobre todo en aquellos industrializados y en los que están en vías de desarrollo, convirtiéndose así actualmente en una de las actividades básicas referente a lo social y lo económico, ya que se convierte en un conducto directo entre vendedores y consumidores.

“En el Perú, la existencia del sector transporte es indispensable, para acortar distancias en la comercialización de mercancías y se encuentren al alcance del mercado objetivo y contribuir así al incremento de la demanda de este servicio.” (Sánchez, 2018).

En todo el Perú existen empresas de carga pesada, las cuales tienen relación con todas las actividades económicas en todas las regiones, por lo que se deduce que, existe una relación directa entre la economía del país con la cantidad de viajes y el volumen de carga que se logra transportar, es decir, a más demanda, más viajes, más economía y viceversa.

Como mencionan los autores Haro y Luna (2019): “En el Perú, el transporte de carga terrestre es uno de los principales medios de transporte de bienes, el cual representa

más de 87% del global transportado e impulsado por el aumento de proyectos en el país y el desarrollo de la infraestructura de las vías nacionales.”

Sin embargo, los problemas que abordan a estas empresas dedicadas a brindar el servicio de transporte son los costos elevados, costos logísticos, lo cual justifica la necesidad de economizar sus costos, aumentar sus egresos y disminuir sus gastos operacionales, es por eso que el presente proyecto busca optimizar las rutas de transporte para reducir los costos logísticos. Es ahí cuando nace la pregunta: ¿De qué manera la optimización de rutas de transporte influye en la reducción de costos operativos en la empresa Transportes Leomar EIRL?

La hipótesis planteada para la problemática identificada es: La optimización de rutas de transporte influye en los costos operativos de la empresa de TRANSPORTES LEOMAR EIRL.

El objetivo principal presente en esta investigación es: Determinar la influencia de la optimización de las rutas de transporte en los costos operativos en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022 y tiene como objetivos específicos realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa; determinar la búsqueda de la ruta más óptima en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022 y finalmente contrastar los resultados obtenidos entre la situación actual de la empresa y los encontrados post aplicación de la ruta óptima de transporte en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022

La justificación está enfocada en tres maneras: teórica, ya que son los conocimientos los que nos conducirán por la ruta correcta que permita disminuir los costos operativos en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022; práctica, porque precisamente esa teoría obtenida será ejecutada en la realidad del problema y metodológica, pues debemos basarnos en el proceso de investigación científica con herramientas que ayuden a medir las variables de manera precisa.

Por este motivo el presente trabajo tiene como finalidad optimizar las rutas de transporte para disminuir los costos de operativos en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En Ecuador, Cachimuel et al. (2022) realizaron un artículo de investigación que estuvo asociado con la optimización de las rutas de transporte a través del diseño y la planificación teniendo como objetivo mejorar los tiempos de entrega de una empresa de Manta, Ecuador. Esta investigación tuvo un diseño no experimental, y de alcance exploratorio, además, como población de estudio se contó con las 7 rutas que mantiene la empresa en mención. La técnica que se utilizó fue el análisis documentario, que se utilizó por medio de una guía de recolección y estuvo enfocada en recopilar la información de tiempos y distancias recorridas en los últimos 5 años para tomar como punto de partida dichos datos. Entre los resultados más importantes del estudio, los autores identificaron y platearon diferentes rutas que contienen beneficios tales como la reducción de recorrido, costes y sobre todo, rendimiento en kilometraje para la flota de vehículos de la empresa, además, el trazo de estas rutas contaron con el algoritmo de ahorros de Clarke y Wright basándose en la heurística y la comprobación de su efectividad mediante el uso de API (Application Programming Interface). Como conclusión, los autores indican que el método utilizado, optimizó las diferentes rutas que se tenían y se obtuvo un alcance global con respecto de la mejora en tiempos de entrega. Esta investigación resulta ser relevante para la investigación debido a que proponen el uso del modelo de ruteo de Clarke y Wright, demostrándose que se pueden obtener resultados asociados con los objetivos planteados en el presente estudio.

En Colombia, Barón (2018) desarrolló un proyecto de investigación que estuvo relacionado con la propuesta de un modelo matemático que esté enfocado en la optimización de las rutas de despacho para una empresa de Chía, Colombia, que se dedica a la distribución de transformadores. De esta manera, el autor de la investigación formuló como objetivo general diseñar un modelo de transporte para lograr una mejora sustancial en los tiempos de transporte para la entrega de los productos que ofrece la empresa en mención. La investigación que desarrolló el autor estuvo determinada bajo los parámetros de un estudio aplicado, es decir, utilizó los conocimientos adquiridos y se aplicó en el campo de la empresa para modelar una

expresión matemática que sea capaz de optimizar las rutas que utiliza el transporte de la empresa Colombiana y conseguir reducir los tiempos de entrega del transporte, además, el diseño fue experimental debido a que se puso a prueba el modelo matemático diseñado e implementado y tuvo un enfoque cuantitativo ya que usó la estadística para emitir las conclusiones del estudio. Por otra parte, esta investigación no detalla técnicas e instrumentos para la recolección de datos, sin embargo, se pudo evidenciar el uso de un check list que fue usado para identificar los puntos de ruteo. Asimismo, la población del estudio no pudo ser identificada, ni la muestra. Entre los principales resultados que muestra la investigación, se realizó una comparativa entre 2 pruebas a manera de estrategias, teniendo en cuenta el tiempo óptimo, para validar cuál resultó ser más favorable con respecto de la otra para las rutas de transporte de la empresa en mención, de esta forma, se pudo elegir la estrategia que estuvo orientada al diseño de un único índice en función del nodo y la simplificación de la función objetivo dando como resultado un tiempo de entrega de 14.84 horas en la ruta seleccionada y 6.86 horas en el recorrido de toda la ruta. Como conclusión, el autor indica que se pudo mejorar un 64% los tiempos de entrega un 19.26% en los tiempos totales del recorrido de la ruta estudiada, de esta manera, se comprueba que la optimización de las rutas de transporte, reducen los tiempos mencionados, y por ende, se refleja una reducción de costos operativos. Esta investigación resulta ser un aporte importante para el presente estudio ya que la metodología utilizada (tipo aplicada, diseño experimental, enfoque cuantitativo) es similar a la que se usó en este estudio, además, los resultados hallados son los que se esperan conseguir en este proyecto, es decir, están alineados con los objetivos.

En México, Reza (2017) elaboró una tesis de pre grado que estuvo relacionada con la implementación de un método que optimice las rutas de distribución en una empresa que se dedica a la producción de jugos, de tal manera que se logre tener un impacto positivo sobre los tiempos de entrega y en consecuencia de ello, una reducción significativa en los costos logísticos para dicha empresa. EL objetivo general que propuso el autor fue implementar el método mencionado con el fin de optimizar las rutas y reducir los tiempos de entrega, para ello, se realizó una investigación aplicada

con un enfoque cuantitativo, un diseño experimental y un corte transversal, además, contó con una población que estuvo conformada por un total de 4 rutas que manejan los transportistas del área logística para la realización de la distribución correspondiente de los productos, además, la muestra fue la misma que la población debido a que el alcance la investigación abarca el análisis de todas las rutas. Los instrumentos que se usaron fueron la guía de entrevista a través de la técnica de entrevista para poder obtener información sobre generalidades de cada distribución que realizan los transportistas de la empresa, además, se empleó un formato para recopilar información sobre el historial de tiempos en las rutas que se recorren por medio de la técnica de análisis documental. Los resultados más relevantes que halló el autor de la investigación son que se hizo uso de tecnologías inteligentes para el rediseño de las redes de transporte, entre ellas se tuvo la información geográfica y la optimización espacial de tal manera que se logró reducir los tiempos en un 50% de un periodo de 6 meses, aumentar las 4 rutas que se tenían a 6 donde se pudo percibir la reducción de los costos en un 10% y una participación adicional del 10% en el mercado donde opera dicha empresa. Por otra parte, los tiempos de traslado se redujeron en 10.02% y los tiempos de colocación de productos en los centros de distribución en 70%. Finalmente, el autor concluye que, luego de contrastar la hipótesis planteada, se pudo determinar que efectivamente la optimización de las rutas de transporte, y la aplicación de herramientas inteligentes, reducen los tiempos de entrega, colocación y distribución de los productos, además que mejoran los costos logístico de manera beneficiosa. Esta investigación mantiene un aporte significativo para nuestro estudio debido a que, sus objetivos se asocian con los que se plantean en la presente investigación, es decir, el autor también busca disminuir los costos operativos, optimizar las rutas y percibir una mejora en los tiempos en general.

En Lima, Perú, Flores (2018) desarrolló una investigación que se enfocó en diseñar y establecer un modelo basado en la heurística que contenga la asignación de rutas y se consigan minimizar los costos operativos de la empresa Brandom S.A.C., que se dedica al servicio de transportes. El objetivo general que formuló el autor en la investigación fue determinar un modelamiento heurístico de asignación de las rutas

para tener una minimización en los costos operativos de la empresa que se mencionó anteriormente. La investigación se trató de una de tipo aplicada, además, el diseño que se usó para su desarrollo fue experimental con una clasificación pre experimental y un enfoque cuantitativo. La población de estudio de esta investigación consultada fueron un total de 80 rutas posibles que pueden seleccionar los 25 clientes muestreados, además, como técnica principal se utilizó la revisión documentaria o análisis documental que se empleó para registrar los costos fijos y variables que presenta la empresa, por otra parte se usó la observación a través de una hoja de ruta que fue diseñada según la información proporcionada por Google Maps. De igual forma, los hallazgos del estudio estuvieron relacionados con una disminución del 10.81% y 3.69% para las rutas asignadas que se identificaron el pre y post test, además, se registró una disminución del 21.85% en los costos fijos según la comparativa realizada en el pre y post test y los costos variables se vieron reducidos hasta en un 17.70% en el mismo periodo de evaluación. Finalmente, el autor de la investigación concluye que el modelo heurístico que se logró aplicar en la empresa de transportes logró minimizar los costos operativos, entre ellos los fijos y variables, demostrándose el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la alterna donde indica que el modelo usado disminuye los costos operativos de la empresa de Transporte Brandom S.A.C. Esta información de la investigación revisada es importante para nuestra investigación debido a que, mediante la contrastación de hipótesis según los datos sometidos a dicha prueba, se logró demostrar que se pueden reducir los costos operativos mediante la utilización de un modelo heurístico enfocado a la asignación de rutas de transporte, lo cual, se relaciona directamente con el fin del presente estudio que se realiza.

En Chimbote, Perú, Hernández e Izaguirre (2018) desarrollaron una investigación que se basó en la optimización de las rutas de la empresa Hidrolight en la ciudad de Chimbote y tuvo por finalidad disminuir los costos de dicha empresa. Dicho estudio, al brindar una solución factible al problema de las rutas de transporte por medio de conocimientos, teorías y propuestas adquiridas por los investigadores, fue de tipo aplicado, además, al recopilar una información inicial para después contrastarla con

una post aplicación, se trató de un diseño experimental pre experimental, y al contrastar los datos a través de la estadística inferencial, se trató de una investigación con enfoque cuantitativo, por otra parte, la población del estudio fueron los costos de distribución de la empresa Hidrolight y, al realizar un muestreo no probabilístico, se determinó como muestra a los costos de distribución para los meses de julio a octubre del año en el que se ejecutó la investigación. Como técnicas se emplearon la observación directa, el análisis documentario, análisis de datos y la programación lineal, donde a su vez, tuvieron como instrumentos el formato de reporte de costos, formato de reporte de kilometraje, la guía de observación y el software WinQsb. Como principales resultados, los autores hallaron que los costos se redujeron al optimizar las rutas de distribución de transporte donde se evidencia un ahorro del S/. 2,790.95 soles, utilizando el software WinQsb que arrojó los resultados para las rutas más optimas, dando un aproximado de 4 km y 2.023 km por cada pedido entregado en los centros de distribución de la empresa. Finalmente, los autores concluyen que mediante la optimización de las rutas de distribución se pueden disminuir los costos logísticos, evidenciando una disminución del 30% tal y como se mencionan en sus resultados y se refuerzan con la contrastación de hipótesis.

En Lima, Perú, Bravo et al. (2021) desarrollaron una investigación que estuvo enfocada a aplicar una gestión a las rutas de transporte teniendo en cuenta la utilización de modelos apoyados en logaritmos donde tuvieron como objetivo general de la investigación, evaluar los variados aspectos que involucra realizar una buena gestión de rutas, utilizando las diferentes herramientas de diseño como algoritmos de búsqueda para la agilización en el modelamiento de estas. La investigación contó con un tipo aplicado, un diseño no experimental, descriptivo y un enfoque cuantitativo, además, la población fue los costos de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, siendo a su vez, la muestra. Entre los resultados obtenidos, se pudo rescatar que los autores analizaron la metodología VRP, además, se estudiaron rutas bajo el nivel heurístico, metaheurísticos y exactos, dando como resultado que se mejora la eficiencia y la cadena logística de las empresas. Los autores tuvieron como conclusión que para que una empresa pueda reducir los costos logísticos, los cuales representan

gran porcentaje de los costos incurridos por la empresa, se puede hacer uso de modelos heurísticos propuestos. Estos modelos facilitarán el proceso de planeación de rutas y asegurarán la eficiencia de los resultados y de esta forma se garantizará los objetivos propuestos. Esta investigación es importante para nuestro estudio debido a que aporta teorías y conceptos sobre los modelos heurísticos para las rutas de transporte que servirán como soporte para la construcción del marco teórico y las teorías de la variable independiente.

En Trujillo, Perú, Prada y Paredes (2017) indagaron sobre la implementación de un diseño orientado a la optimización de las rutas de transporte con el objetivo de incrementar la rentabilidad de la empresa Perú GLP. De esta forma, los autores formularon su objetivo general del estudio que fue Incrementar la rentabilidad de la empresa Perú GLP por medio del diseño de las rutas óptimas de transporte. La investigación presentó un diseño experimental de clasificación pre experimental, asimismo, se trató de un estudio aplicado. De igual forma, la población de la investigación estuvo constituida por el total de vehículos de la empresa Perú GLP que se encargan del despacho de GLP, siendo esta a su vez la muestra del estudio. Entre las técnicas utilizadas y los instrumentos empleados, los autores consideraron el uso de la entrevista, análisis documental, la observación y el análisis de contenido que se vinieron dando a través del uso de una guía de entrevista, mapa de rutas y guías comparativas, cronogramas y el uso del software LINDO, respectivamente. Los resultados a los que llegaron los autores informan que hubo un ahorro de S/. 1,176.50 soles en los costos de mano de obra gracias a la optimización de las rutas, además, los kilómetros de recorrido también se vieron disminuidos y registraron un ahorro de S/. 1,038.59 soles y finalmente, una reducción del 13% con respecto de los costos directos de operación. Ante estos resultados, los autores concluyen que la optimización de rutas para una empresa de transporte de Gas Licuado de Petróleo se basa en gran parte en un modelo teórico, pero es fundamental tomar en cuenta el factor empírico para ajustar a la realidad el modelo con mayor exactitud, además que es de suma relevancia para todos los empresarios transportistas, grandes y pequeños, tener información detallada de la operación y de las rutas realizadas por sus unidades,



para poder alcanzar el desarrollo estructural de la empresa propiciando la innovación empresarial en los aspectos de modernización y eficiencia.

Por otro lado, tras haber revisado estudios anteriores asociados a nuestras variables, se consultó diversas investigaciones para definir las bases teóricas del presente estudio. Para ello, a continuación se presenta el desglose de la primera variable independiente “Optimización de rutas de transporte”:

#### Optimizar

Según Calle et al. (2017) la optimización es la situación en la que el objetivo a perseguir está asociado con encontrar el máximo aprovechamiento de una actividad. Es decir, mediante la planificación de actividades, organización y evaluación, se busca aprovechar los recursos que se tienen en la empresa para poder conseguir los resultados y objetivos con la mayor eficiencia que se pueda. Ruíz et al. (2017) añaden que el principal objetivo de la optimización en un ámbito de empresas es maximizar la rentabilidad y minimizando todos los desperdicios, tales como sobre costos, tiempos, etc.

#### Gestión de rutas

Para esta definición, Zhao, Li y Zhou (2020) indican que se hace referencia al conjunto de actividades procedimentales que se llevan a cabo para planificar el movimiento de la flota de vehículos de transporte según los destinos que se van a considerar. Este tipo de gestión abarca todas las posibilidades de rutas que debe mantener un vehículo que circula para una empresa.

#### Guías de ruta

Según Qingshuai et al. (2021) se define como los factores que se toman en cuenta para llevar una carga hacia un destino final, es decir, establecer todos los parámetros tales como volumen, peso, tipo de carga, etc., que debe contener la flota a trasladar.

#### Logística

Mejía, Santamaría y Paredes (2019) indican que la logística es el área que está relacionada directamente con la distribución y transporte de todos los productos que reparte una empresa en el mercado en el que opera. Además, Gómez, Correa y Vásquez (2018) agregan que esta disciplina está asociada con la gestión adecuada de los bienes y servicios de una empresa, y van desde la compra de insumos hasta la entrega final del producto terminado.

#### Modelo de optimización

Sang et al. (2021) manifiestan que un modelo que busca optimizar una situación tiene en cuenta la formulación de una función objetivo, es decir, se modela el resultado que se pretende lograr, de tal manera que se puedan identificar todas las restricciones que deben cumplirse para dicho logro. La solución encontrada, debe ser óptima y factible, teniendo en cuenta los recursos disponibles para que puedan realizarse en la realidad.

#### Optimización de rutas de transporte

Dicho esto, todos los conceptos se engloban según lo que manifiesta Reza, (2017) quien indica que se trata de las acciones y procedimientos que se realizan para mejorar la función de distribución y en la mayoría de casos, está modelado por una expresión matemática.

#### Gestión de Combustible

Según Serna, García y Flórez (2016) indican que se refiere a todos los procedimientos que tienen por objetivo maximizar el aprovechamiento y el rendimiento del combustible que se utiliza con relación a cada kilómetro recorrido, de tal manera que se logre optimizar los costes de su adquisición y adicionalmente a ello, cuidado el enfoque del cuidado al medio ambiente. Sin embargo, Shen et al. (2021) añaden que la gestión de combustible hace referencia a todas las etapas de control y supervisión del consumo que se tiene de este recurso cuando se aplica a una flota de transporte en un contexto comercial, además, teniendo en cuenta el seguimiento de dicha gestión.

Asimismo, Chica, Gachs y Lizarraga (2018) agregan que el combustible que se utiliza en una empresa de transportes es crucial para la estructura de costos logísticos que

se presenta, de esta forma, se debe evidenciar una notable gestión del combustible para que la economía de la empresa se mantenga en aumento.

Por otra parte, según Grison, Burkhardt y Gyselinck (2017) existen diversos factores que intervienen en la gestión del combustible cuando se analiza una flota de vehículos de transporte, y uno de ellos es la velocidad con la que recorre cada unidad móvil debido a que existe una relación directa entre el aumento de la velocidad y el consumo del combustible en proporciones significantes cuando no se tiene un control sobre ello. Además, los autores agregan que para mitigar este despilfarro de combustible, lo más recomendable es mantener uniformizada la velocidad con la que se conduce y un trayecto ordenado.

#### Plan de Recorrido

Los autores Wang y Gi (2018) señalan que es el diseño que mantiene una ruta a seguir por parte del transportista y la flota en general, desde su punto de abastecimiento hasta el lugar de entrega. De igual forma, Jiménez (2019) añade que este plan se estructura por un conjunto de pasos que el transportista debe cubrir y ciertos factores que debe considerar para poder movilizar una carga, entre ellos se tiene analizar la capacidad del vehículo, su estado, la reglamentación, el tipo de carga, el método de transporte, los fletes, el estado del clima, de las vías donde se transportará, entre otros, de tal manera que todos estos factores se vean analizados en el plan de recorrido.

#### Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento, según Viveros et al. (2018) es el que se encarga de ejecutar todas las revisiones y acciones necesarias para garantizar la confiabilidad de una maquinaria, equipo y/o infraestructura, es decir, se trata de la actividad que se realiza con anticipación ante una falla o avería que pueda presentar alguna máquina en una empresa. Uscátegui (2016) agrega que en este tipo de mantenimiento se aplica las inspecciones de funcionamiento y se llevan a cabo todos los ajustes, reparaciones, limpieza y actividades de lubricación para las máquinas o equipos que lo requieran, todo ello bajo los parámetros de un plan de mantenimiento que debe ser revisado y actualizado periódicamente. Villacrez (2016) sugiere que el mantenimiento preventivo

sea aplicado teniendo en cuenta la participación de los operarios, debido a que éstos conviven directamente con el objeto a analizar, es por esta razón que ellos conocen sobre su funcionamiento y posibles averías que se pueden anticipar ante cualquier anormalidad.

De igual forma, se procedió a definir la variable dependiente “costos operativos”:

#### Costos operativos

Nwatu, Chukwuemeka y Andrew (2020) señalan que son todos los costos que están relacionados e incurren en el desarrollo de cualquier proceso de producción, o toda actividad de trabajo para la fabricación de algún producto, además, se agregan las rutas de distribución, así como los costos logísticos. Montoya, Garces y Gil (2022) agregan que los costos operativos están muy relacionados con los costos de distribución, es decir, contabilizar el desembolso económico que se realiza al trasladar un producto final desde su producción hasta el consumidor final.

Asimismo, Viteri y Sánchez (2019) indican que los costos operativos se dimensionan en costos fijos y costos variables:

#### Costos fijos

Son aquellos que permanecen inherentes a la actividad de trabajo, independientemente de si se registran variaciones o no. Es decir, este tipo de costos se mantienen constantes sin contemplar cambios en el proceso productivo y las ventas del producto, algunos ejemplos son:

La mano de obra, que hace referencia a los pagos de los operarios que participan en la fabricación de un producto o la realización de algún servicio.

Legalización, se asocia con los costos por mantener en regla todas las normativas mínimas que solicita el país donde se va a operar.

Depreciación, tiene relación con la cantidad económica que se pierde con respecto de la adquisición de máquinas, equipos, infraestructura, entre otros.

Gastos administrativos, está relacionado con los pagos que se realizan al área administrativa, tales como gerentes, el área contable, recursos humanos, etc.

#### Costos variables

Según los mismos autores, este tipo de costos se aplican en función del ritmo del proceso productivo, es decir, según la forma y cantidad que se produzca, se percibirán más o menos costos variables, entre ellos se tiene:

Materia prima, que hace referencia a los recursos iniciales que se necesitan para transformarse en el producto o servicio ofrecido.

Insumos y enseres, son los recursos que se necesitan para envasar, embalar, etc., los productos que se ofrecen.

Combustible, que hace referencia al recurso que permite al transporte distribuir los productos finales a los consumidores finales.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada porque se fundamentó con teorías ya aprobadas a lo largo de la investigación y se brindó una solución factible para el problema de los altos costos operativos de la empresa Transportes Leomar EIRL

Esta información se asimila con lo que menciona Lozada (2014) quien indica que la investigación aplicada es aquel estudio que está relacionado con la asignación de una solución a un problema de la realidad, teniendo en cuenta una aplicación práctica de conocimientos adquiridos por parte del investigador. Asimismo, Esteban (2018) agrega que las investigaciones aplicadas se diferencian de las básicas en el sentido de buscar una solución en el campo práctico sin descripciones limitadas a la teoría.

##### Diseño de investigación

La presente investigación presentó un diseño experimental, pre experimental, debido a que se realizó una medición de la variable dependiente en dos tomas, es decir, se planteó la recolección de datos de los costos operativos en un pre test y luego en un post test, de tal manera que se pueda establecer alguna variación tras la aplicación de un estímulo.

Esto se comprueba con lo que mencionan Hernández, Fernández y Baptista (2014) quienes señalan que las investigaciones pueden ser experimentales o no experimentales, donde, va a depender del investigador y de sus intereses escoger la más acertada. Además, las investigaciones experimentales poseen dentro de su clasificación, el diseño pre experimental que no es más que la separación de una misma muestra en dos tomas distintas en periodos distintos con el fin de evaluar alguna variación luego de haber aplicado alguna mejora.

La representación gráfica del diseño pre experimental se determina por:

G: O1 ----- X-----O2

Donde:

G: se relaciona con el grupo donde se aplica el experimento.

O1: es la primera medición del grupo: costos operativos (pre test)

O2: es la segunda medición del grupo: costos operativos (post test)

X: es el estímulo, aplicación o mejora que se aplica: optimización de rutas de transporte.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Para la realización de esta investigación, se consideró dos variables: optimización de rutas de transporte y costos operativos.

**Variable independiente:** Optimización de rutas de transporte

Definición conceptual: Según Reza, (2017) se trata de las acciones y procedimientos que se realizan para mejorar la función de distribución y en la mayoría de los casos, está modelado por una expresión matemática.

Definición operacional: Esta variable se puede dimensionar en 3 factores: función objetivo, restricciones y rango de existencias.

Dimensiones e Indicadores:

D1: Función objetivo.

I1:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

D2: Restricciones.

I2:

$$Z = A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n$$

D3: Rango de existencia.

I3:

$$X_j \geq 0, \text{ donde } j = 1, 2, n \dots$$

Escala: razón

**Variable dependiente:** costos operativos

Definición conceptual: Nato, Chukwuemeka y Andrew (2020) señalan que son todos los costos que están relacionados e incurrir en el desarrollo de cualquier proceso de producción, o toda actividad de trabajo para la fabricación de algún producto, además, se agregan las rutas de distribución, así como los costos logísticos

Definición operacional: Los costos operativos se pueden dimensionar en dos componentes: costos fijos y costos variables

Dimensiones e Indicadores:

D1: Costos fijos

I1:

$$\sum \text{Costos fijos}$$

D2: Costos variables

I2:

$$CV = CV_u * Q$$

Escala: razón

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población**

La población del estudio estuvo constituida por un total de 7 camiones de transporte para la distribución de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Según Arias, Villasís y Miranda (2016) la población hace referencia al conjunto universo que se planea investigar, es decir, es el conjunto de personas, tiempos o cualquier fenómeno que se desea estudiar.

#### **Muestra**

La muestra se conformó por un total de 3 camiones de transporte para la distribución en la ruta de Pacasmayo a Trujillo.



Sin embargo, Ventura (2017) indica que la muestra es una parte de la población, siendo esta significativa para el desarrollo del estudio. Además, la muestra se aplica bajo los criterios del autor de la investigación, pero los más frecuentes pueden ser por ser un número amplio de conformantes, porque se requiere aplicar a tan solo una parte por conveniencia, entre otros.

### **Muestreo**

Al considerar una muestra que fue elegida por las autoras, se puede decir que se hizo uso de un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Sobre ello, Hernández, Fernández y Baptista (2014) indican que para calcular el tamaño de la muestra, es necesario aplicar alguna técnica de muestro, y para esto, existen dos tipos, los muestreos probabilísticos y no probabilísticos.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

##### Técnicas

Según Sánchez, Fernández y Díaz (2021) son todos los métodos o formas que se utiliza para recoger los datos que son de interés para la investigación según los objetivos planteados.

Dicho esto, la investigación contó con dos técnicas:

- Observación directa: Según Campos y Lule (2016) esta técnica es una de las más utilizadas debido a que su funcionalidad radica en la adquisición de datos e información correspondiente para la investigación de acuerdo al contexto que es observado según una situación dada.

Según lo mencionado, esta técnica se utilizó para poder analizar la situación de la empresa y poder colocar los datos necesarios para su instrumento.

- Análisis documental: Según Rubio (2018) esta técnica se usa cuando el investigador o investigadores solicitan información escrita que servirá para recopilar data significativa para el estudio.

Dicho esto, esta técnica fue utilizada para consultar la información de la empresa que sirvió para obtener datos del pretest y post test.

## Instrumentos

Según Arias (2020) los instrumentos son las herramientas que se desglosan de las técnicas y tienen por finalidad recopilar toda la información que el investigador requiere para poder dar conclusión a su estudio. Además, Sánchez, Fernández y Díaz (2021) añaden que los instrumentos deben utilizarse bajo los criterios de validez y confiabilidad.

Dicho esto, la investigación contó con los siguientes instrumentos:

- Ficha de aplicación del algoritmo Clarke y Wright y reporte detallado de recorrido: fueron utilizados para poder observar el comportamiento del algoritmo mencionado y, tras obtener los resultados según las rutas analizadas, llenar dicha ficha.
- Formatos de recolección de datos: fueron utilizados para poder recopilar la información del pre test y post test según los datos requeridos, entre los formatos usados se tuvo: Historial y reporte de kilometrajes recorridos, utilización de combustible, utilización de neumáticos, costos de mantenimiento, costos variables de transporte

Validez: los instrumentos utilizados fueron validados según el método de Juicio de Expertos, donde participaron 3 ingenieros industriales especialistas en el área de operaciones, quienes dieron su aprobación para la utilización respectiva.

*Tabla 1.* Validaciones de expertos

<b>Experto validador</b>	<b>Área de especialidad</b>	<b>Aprueba / No aprueba</b>
Ing. Cruz Salinas, Luis	Ingeniería industrial	Aprobado
Ing. Miñán Olivos, Guillermo	Ingeniería industrial	Aprobado
Ing. Rosales Lozano, Yhomira	Ingeniería industrial	Aprobado

Fuente: formatos de validación por experto.

### **3.5. Procedimiento**

La elaboración de la actual investigación inició con una reunión entre las autoras y el gerente general de la empresa Transportes Leomar EIRL., la señora Juana Emilia Azcarate Fiestas, quien, luego de haberle explicado detalladamente los objetivos del proyecto, accedió y nos firmó la autorización para la utilización de información de la

empresa en mención (ver anexo 3). Luego de ello, se empezó a desarrollar la investigación partiendo con la realización del primer objetivo que estuvo relacionado con el diagnóstico de la situación inicial, para tal fin, se empezó realizando un diagrama de Ishikawa que tuvo por objetivo identificar las principales causas que originan un incremento en los costos operativos de la empresa, utilizándose de esta forma la técnica de observación para poder percibir los problemas. Posteriormente a lo realizado, se procedió a utilizar la técnica de análisis documental con sus respectivos instrumentos en el área de logística para poder recopilar la información correspondiente a los factores tales como los Km. Recorridos, el consumo de combustible, consumo de neumáticos, costos de mantenimiento, y los diferentes costos asociados al transporte y que conformarían el pre test. Además, con respecto del cumplimiento del segundo objetivo específico, se halló la ruta óptima utilizando el método DER for AUD-705 que es el reporte de recorrido detallado, el cual se apoyó en los datos proporcionados por el logaritmo de Google Maps para poder realizar el trazo de la ruta más óptima. Finalmente, para desarrollar el tercer objetivo que estuvo orientado a la comparativa entre los costos operativos que se calcularon en el pre test y los percibidos en el post test tras las nuevas rutas que se propusieron en el presente estudio, además, con dichos datos del pretest y post test, se procedió a realizar las pruebas de normalidad e hipótesis para poder concluir con la investigación.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Con respecto del método de análisis de datos, se acudió a los softwares SPSS V25 y MS Excel 2016 para poder ingresar los datos obtenidos en el pre y post test de los costos operativos, de tal manera que se pueda hallar el contraste necesario y concluir con el informe.

#### **Análisis descriptivo**

Con respecto de este análisis, se procedió a calcular los parámetros de los promedios, desviaciones estándar, coeficientes de variabilidad y análisis de frecuencia mediante el software SPSS, para poder analizar las estadísticas de los datos obtenidos en el pre test y post test.

#### **Análisis inferencial**

Con respecto del análisis inferencial, se procedió a tomar en cuenta la aplicación de una prueba de normalidad y la prueba de hipótesis para poder procesar los datos que se obtuvieron en los periodos seleccionados.

Prueba de normalidad: según los datos obtenidos y procesados, se pudo considerar la prueba de Shapiro-Wilk, debido a la cantidad de datos ingresados, y los criterios formulados fueron:

- Si  $p\text{valor} \geq 0,05$ , se dice que los datos ingresados de los costos operativos proceden de una distribución normal.
- Si  $p\text{valor} < 0,05$ , se dice que los datos ingresados de los costos operativos no proceden de una distribución normal.

Prueba de hipótesis: según los datos obtenidos en la prueba de normalidad, se procedió a aplicar la prueba de muestras emparejadas o prueba T, donde se pudieron plantear los siguientes criterios:

- Si  $p\text{valor} \leq 0,05$ , se rechaza la hipótesis nula
- Si  $p\text{valor} > 0,05$ , se acepta la hipótesis nula.

Todo ello, considerando que:

H<sub>0</sub>: La optimización de rutas de distribución no influye en los costos operativos de la empresa de TRANSPORTES LEOMAR EIRL.

H<sub>1</sub>: La optimización de rutas de distribución influye en los costos operativos de la empresa de TRANSPORTES LEOMAR EIRL.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Este estudio prioriza la privatización de la información otorgada por la empresa Transportes Leomar EIRL, además, se asegura que los datos obtenidos fueron utilizados únicamente con fines académicos y con total transparencia para obtener resultados que contribuyan significativamente para la comunidad investigadora y posteriores estudio.

Por otra parte, toda la información tomada de otros autores fue debidamente citada y referenciada según las normas ISO 690-2 tal y como se manifiesta en la rúbrica brindada por la Universidad César Vallejo, otorgando el merecido crédito para los investigadores dueños de los estudios tomados.

## IV. RESULTADOS

### Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022.

Con respecto de la realización del diagnóstico actual, se procedió inicialmente a detallar la información general de la empresa con el fin de identificar datos básicos y analizar el tipo de empresa que se está estudiando.

#### Descripción general de la empresa

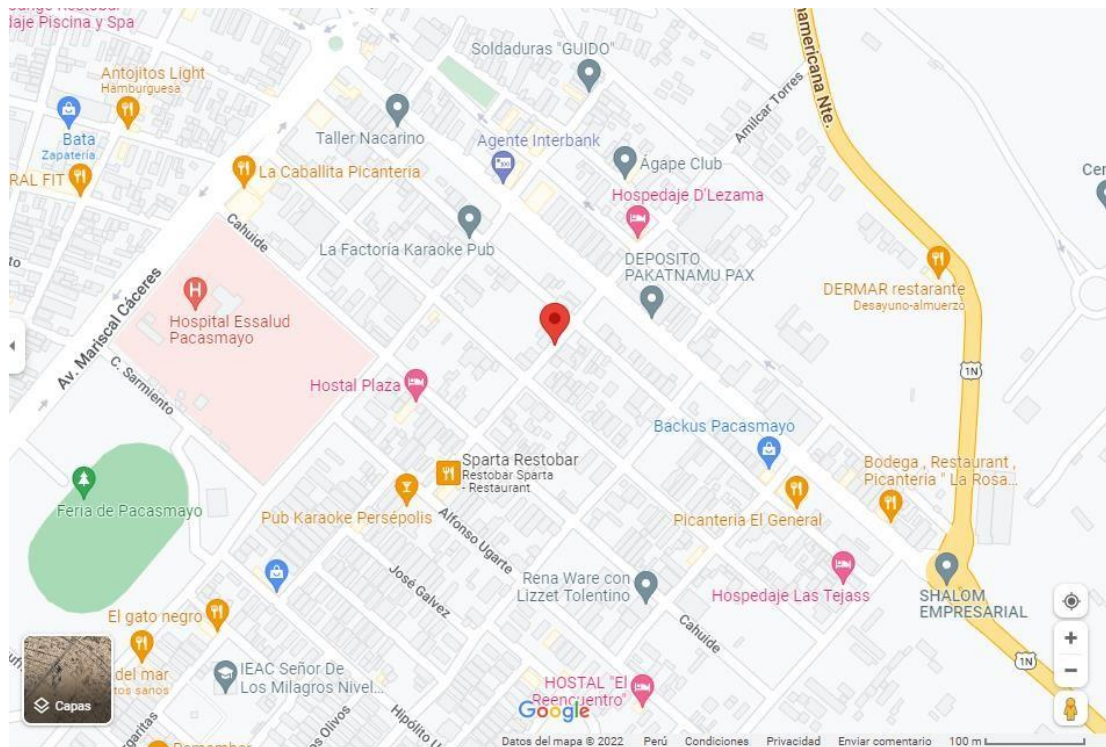
**Razón social:** Transportes Leomar EIRL.

**Actividad económica:** es una empresa dedicada a prestar el servicio de transporte por medio de vehículos de carga pesada en el departamento de Piura y en rutas desde Pacasmayo hacia el Sur del país (Virú, Chao, Chimbote, Huarney, Lima)

**Creación:** fue instalada en el año 2010 por el señor Jorge Casanova y la señora Emilia Azcarate Fiestas.

**Ubicación actual:** Domicilio fiscal: Lima, Perú. Sede principal: Calle Amílcar Torres #341 en la ciudad de Pacasmayo (-7.405975, -79.560688).

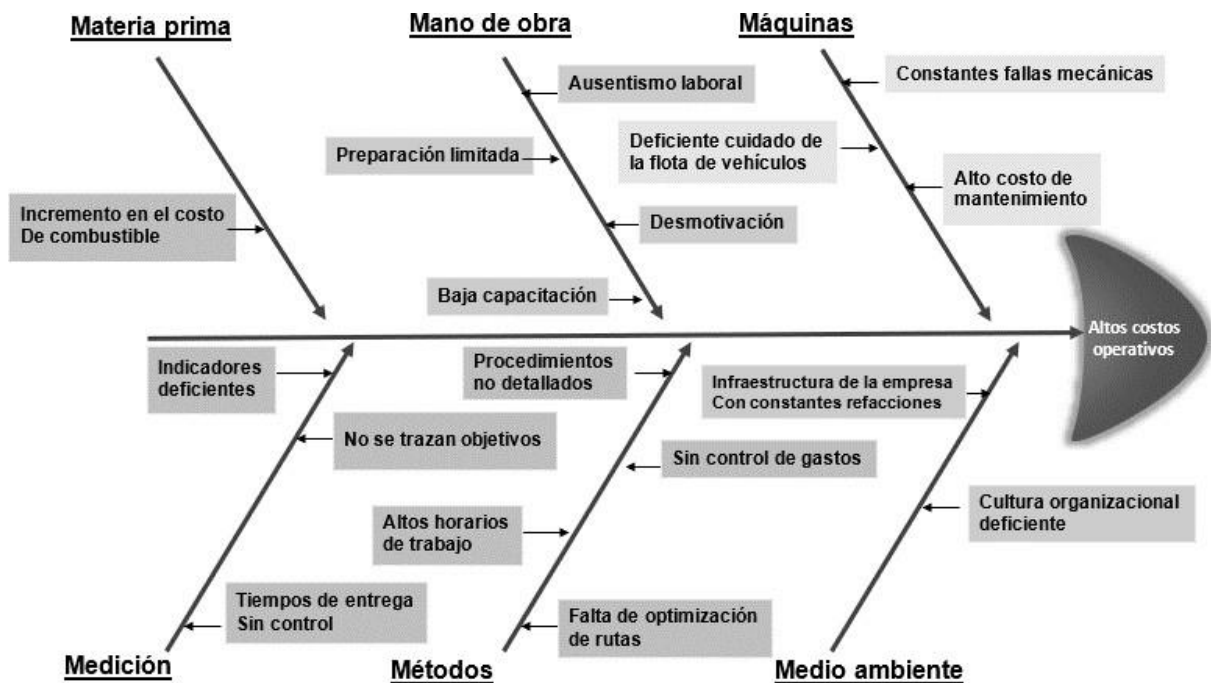
Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

Luego de haber establecido la información básica de la empresa, se realizó un Diagrama de Ishikawa con el fin de identificar las diferentes causas que generan los altos costos operativos en la empresa.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, existen diferentes problemas que causan un incremento en los costos operativos, sin embargo, para poder determinar cuáles son las causas más críticas, fue necesario diseñar un diagrama de Pareto, con el fin de determinar una distribución 80-20.

#### Identificación de causas

Para poder realizar un diagrama de Pareto es necesario identificar todas las causas que atentan sobre la problemática, sobre ello, se registraron varios montos que se desencadenan tras la aparición de algún problema en el periodo de 3 meses.

A continuación se presenta una tabla con el detalle:

Tabla 2. Problemas identificados y montos

<b>Problemas</b>	<b>Monto percibido</b>	
Ausentismo laboral	S/	5,111.00
Preparación limitada	S/	1,859.00
Desmotivación	S/	4,975.00
Baja capacitación	S/	4,418.00
Constantes fallas mecánicas	S/	3,401.00
Deficiente cuidado de la flota de vehículos	S/	11,873.00
Alto costo de mantenimiento	S/	9,616.00
Indicadores deficientes	S/	5,202.00
Tiempos de entrega sin control	S/	9,752.00
No se trazan objetivos	S/	1,665.00
Procedimientos no detallados	S/	1,258.00
Altos horarios de trabajo	S/	3,508.00
Falta de optimización de rutas	S/	14,465.00
Sin control de gastos	S/	5,026.00
Incremento en el costo de combustible	S/	15,825.00
Infraestructura con refacciones	S/	1,789.00
Cultura organizacional deficiente	S/	1,039.00
<b>Total</b>	<b>S/</b>	<b>100,782.00</b>

Fuente: área de logística de la empresa Transportes Leomar EIRL

Como se puede observar en la tabla anterior, existen un total de 17 causas que intervienen en el incremento de costos operativos en la empresa mencionada. De todas ellas, se identificaron que algunas causas representan montos de hasta S/. 15,825.00 soles, y algunas otras que tan solo tienen una repercusión económica de S/. 1,039.00 soles.

Sin embargo, para poder determinar cuáles son los problemas más críticos, se procedió a establecer los diferentes porcentajes de participación, así como su respectivo acumulado con el fin de identificar los que pertenecen al 80%, que, por

definición de la teoría de Pareto, son las causas que representan mayor criticidad para la empresa.

Tabla 3. Problemas identificados y montos con frecuencias

<b>Problemas</b>		<b>Monto percibido</b>	<b>% Monto percibido</b>	<b>% Monto percibido acumulado</b>
Incremento en el costo de combustible	S/	15,825.00	15.70%	15.70%
Falta de optimización de rutas	S/	14,465.00	14.35%	30.05%
Deficiente cuidado de la flota de vehículos	S/	11,873.00	11.78%	41.84%
Tiempos de entrega sin control	S/	9,752.00	9.68%	51.51%
Alto costo de mantenimiento	S/	9,616.00	9.54%	61.05%
Indicadores deficientes	S/	5,202.00	5.16%	66.22%
Ausentismo laboral	S/	5,111.00	5.07%	71.29%
Sin control de gastos	S/	5,026.00	4.99%	76.27%
Desmotivación	S/	4,975.00	4.94%	81.21%
Baja capacitación	S/	4,418.00	4.38%	85.59%
Altos horarios de trabajo	S/	3,508.00	3.48%	89.07%
Constantes fallas mecánicas	S/	3,401.00	3.37%	92.45%
Preparación limitada	S/	1,859.00	1.84%	94.29%
Infraestructura con refacciones	S/	1,789.00	1.78%	96.07%
No se trazan objetivos	S/	1,665.00	1.65%	97.72%
Procedimientos no detallados	S/	1,258.00	1.25%	98.97%

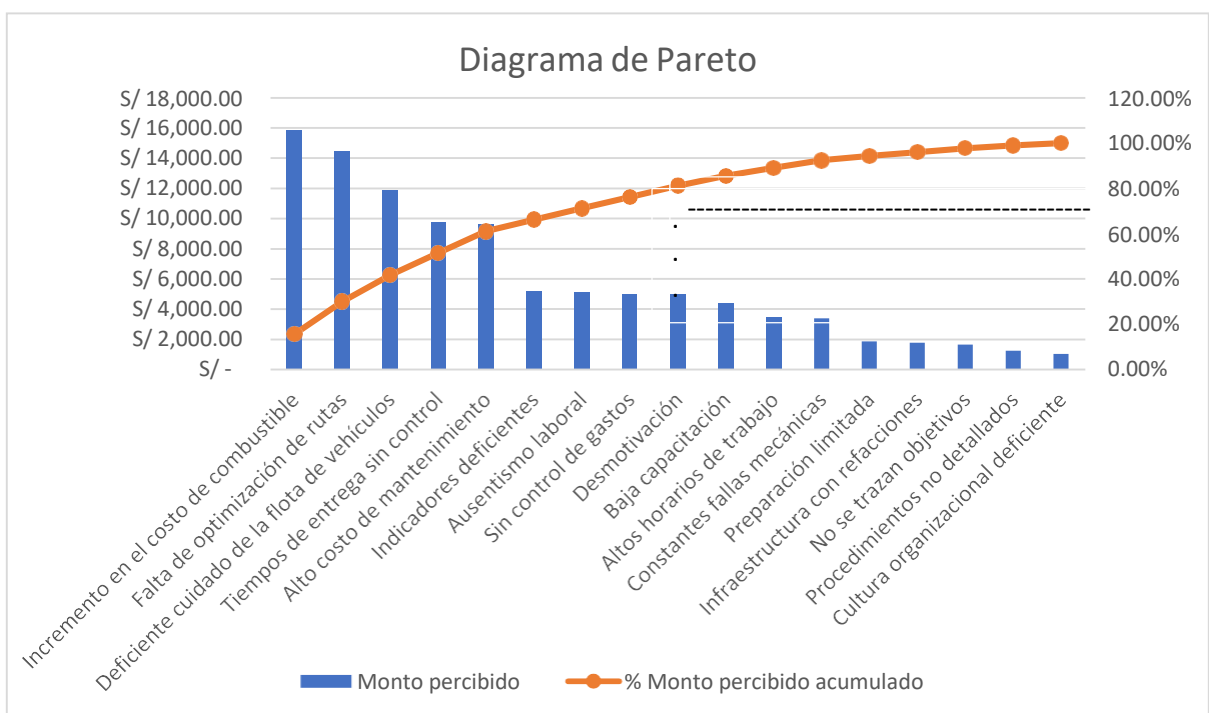


Cultura organizacional deficiente	S/	1,039.00	1.03%	100.00%
Total	S/	100,782.00	100.00%	

Fuente: área de logística de la empresa Transportes Leomar EIRL

Una vez identificadas las causas críticas de los altos costos operativos, se procedió a realizar el diagrama de Pareto:

Gráfico 1. Diagrama de Pareto



Fuente: área de logística de la empresa Transportes Leomar EIRL

Como se puede observar en el gráfico anterior, las causas más críticas son las que pertenecen al 80%, siendo: el incremento en el costo de combustible, la falta de optimización de rutas, el deficiente cuidado de la flota de vehículos, los tiempos de entrega que no se tienen controlados, el alto costo de mantenimiento, los indicadores deficientes, el constante ausentismo laboral, los gastos descontrolados y la desmotivación del personal.

Finalmente, se procedió a recopilar la información correspondiente con respecto de los kilómetros recorridos, costos fijos y variables, a través de los diferentes formatos que fueron usados de instrumentos:

Formato de recorrido (pre test)

Tabla 4. Recorrido de vehículos (pre test)

Kilometraje	Vehículos							Total
	AMA784	T9K894	BDC811	ATA828	BLY926	APO886	BHB755	
Km. Inicial	145981.1	118784	165404	89056.3	158479	19860	22422.22	
Km. Final	146082.1	118910	165515	89223.3	159151	20042	23094.22	
Recorrido	101	126	111	167	672	182	672	2031
Km. Inicial	146082.1	118910	165515	89223.3	159151	20042	23094.22	
Km. Final	146247.1	118991.4	165680	89405.3	159642	20063.1	23481.22	
Recorrido	165	81.4	165	182	491	21.1	387	1492.5
Km. Inicial	146247.1	118991.4	165680	89405.3	159642	20063.1	23481.22	
Km. Final	146320.4	119117.4	165806	90077.3	159809	20349.1	23767.22	
Recorrido	73.3	126	126	672	167	286	286	1736.3
Km. Inicial	146320.4	119117.4	165806	90077.3	159809	20349.1	23767.22	
Km. Final	146401.8	119218.4	165950	90464.3	160095	21021.1	23949.22	
Recorrido	81.4	101	144	387	286	672	182	1853.4
<b>Total primer mes</b>								<b>7113.2</b>
Km. Inicial	146401.8	119218.4	165950	90464.3	160095	21021.1	23949.22	
Km. Final	146483.8	119383.4	166076	91136.3	160262	21042.2	24131.22	
Recorrido	82	165	126	672	167	21.1	182	1415.1
Km. Inicial	146483.8	119383.4	166076	91136.3	160262	21042.2	24131.22	
Km. Final	146588.8	119509.4	166202	91422.3	160548	21224.2	24811.22	
Recorrido	105	126	126	286	286	182	680	1791
Km. Inicial	146588.8	119509.4	166202	91422.3	160548	21224.2	24811.22	
Km. Final	146689.8	119610.4	166367	92094.3	160730	21896.2	24993.22	
Recorrido	101	101	165	672	182	672	182	2075
Km. Inicial	146689.8	119610.4	166367	92094.3	160730	21896.2	24993.22	
Km. Final	146833.8	119692.4	166440.3	92261.3	160912	22283.2	25175.22	
Recorrido	144	82	73.3	167	182	387	182	1217.3
<b>Total segundo mes</b>								<b>6498.4</b>

Fuente: área de logística empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, los diferentes vehículos circulan por las rutas pertenecientes a todo el departamento de Piura y en rutas que van desde la ciudad de Pacasmayo a Virú, Chao, Chimbote, Lima, Huarmey y viceversa. De esta forma, se logró registrar inicialmente que existió 2031 kilómetros para la primera semana del pre test, 1492.5 kilómetros para la segunda semana, 1736.3 para la tercera semana, 1853.4 kilómetros para la cuarta semana, 1415.1 kilómetros para la quinta semana, 1791 kilómetros para la sexta semana, 2075 kilómetros para la séptima semana y finalmente, 1217.3 kilómetros para la octava semana, de tal manera que se registró un total de 7113.2 y 6498.4 kilómetros recorrido respectivamente para los dos meses analizados, por las 7 unidades de transporte en las rutas mencionadas.

Así mismo, se calcularon los diferentes costos operativos según las dimensiones planteadas de la variable dependiente, con el fin de conocer cuáles son las cifras iniciales:

Costos operativos

- Costos fijos

Cálculo de los costos fijos

Con respecto del cálculo de los costos fijos, se procedió a tomar en cuenta la cantidad de trabajadores y el sueldo que se les asigna para obtener el pago mensual de la mano de obra, posteriormente, la suma de los servicios básicos tales como luz y agua, además del alquiler y los impuestos. A continuación se presenta el detalle del cálculo de los costos fijos.

*Tabla 5. Costos fijos (pre test)*

<b>Costos fijos</b>								
Meses	Mano de obra			Servicios básicos		Alquiler	Impuestos	CF
	M.O.	Sueldo	Total	Luz	Agua	Total	Total	
Mes1	13	1200	15600	320	70	1500	13500	30990
Mes2	13	1200	15600	325	85	1500	14125	31635
<b>Total</b>								<b>62,625</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

De la tabla anterior, se puede identificar que los costos fijos de la empresa son S/. 62,625 soles, siendo S/. 30,990 para el primer mes y S/. 31,635 para el segundo mes.

#### Cálculo de costos variables

- Costos variables

#### Consumo de combustible

En primer lugar, se estimó el rendimiento que tiene el combustible por cada km recorrido y la cantidad de soles por cada kilómetros recorrido, de tal manera que se pueda realizar el cálculo del costo de combustible.

*Tabla 6.* Rendimiento del combustible

Cálculo del rendimiento de combustible	
Capacidad de tanque	390 galones
Rendimiento combustible	40 km/galón 15600 km/tanque
Costo	22.91 soles/galón 8934.9 soles/tanque
Rendimiento soles	0.5727 soles por km recorrido

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, cada unidad vehicular contiene 390 galones como capacidad de su tanque de combustible, es decir, que su rendimiento es 40 kilómetros por cada galón de combustible utilizado, o lo mismo que decir 15600 kilómetros con el tanque completamente lleno. De igual forma, al tener en cuenta que el precio del combustible de 95 octanos es de 22.91 soles por galón, se calculó que para poder tener el tanque lleno es necesario adquirir un total de 8934.9 soles, finalmente, esto nos arroja un rendimiento de 0.5727 soles por cada kilómetro recorrido por la unidad vehicular.

Luego de haber calculado estos datos, se procedió a estimar el costo del combustible según todo el recorrido registrado en el formato anterior:

Tabla 7. Cálculo de costo del combustible (pre test)

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo del combustible x km recorrido</b>
Primera semana	2031	S/ 1,163.15
Segunda semana	1492.5	S/ 854.75
Tercera semana	1736.3	S/ 994.38
Cuarta semana	1853.4	S/ 1,061.44
Quinta semana	1415.1	S/ 810.43
Sexta semana	1791	S/ 1,025.71
Séptima semana	2075	S/ 1,188.35
Octava semana	1217.3	S/ 697.15
<b>Total</b>	<b>13611.6</b>	<b>S/ 7,795.36</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, se registró un total de 13611.6 kilómetros recorridos durante los 2 meses evaluados en las 7 unidades vehiculares que se estudiaron. Por otra parte, se contabilizó un total de S/ 7,795.36 soles que se invierte por cada kilómetro recorrido en las rutas mencionadas.

#### Consumo de neumáticos

Tabla 8. Rendimiento de neumáticos

<b>Consumo de neumáticos</b>	
Costo un. Neumáticos	S/ 2,018.13
Cantidad de neumáticos	28
Costo total de neumáticos	S/ 56,507.64
Rendimiento de neumáticos	50000 kilómetros
Rendimiento soles	1.1301 soles por km recorrido

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, el costo unitario de los neumáticos es de S/. 2,018.13 soles y debido a que se tienen un total de 28 neumáticos, el total del costo por adquirir los neumáticos para los 7 camiones es de S/. 56,507.64. Por otra parte, se tiene registros de que cada neumático puede rendir hasta 50,000 kilómetros antes de su cambio, por tal razón, se calculó un total de 1.1301 soles por cada kilómetro recorrido en neumáticos.

A continuación se presenta el cálculo de los costos por los neumáticos según los kilómetros recorridos por las 7 unidades vehiculares:

*Tabla 9.* Cálculo de costos de neumáticos (pre test)

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo de los neumáticos X km. recorrido</b>
Primera semana	2031	S/ 2,295.23
Segunda semana	1492.5	S/ 1,686.67
Tercera semana	1736.3	S/ 1,962.19
Cuarta semana	1853.4	S/ 2,094.53
Quinta semana	1415.1	S/ 1,599.20
Sexta semana	1791	S/ 2,024.01
Séptima semana	2075	S/ 2,344.96
Octava semana	1217.3	S/ 1,375.67
<b>Total</b>	<b>13611.6</b>	<b>S/ 15,382.47</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Costo por mantenimientos

*Tabla 10.* Rendimiento del mantenimiento

<b>Costo por mantenimientos</b>		
Aceite	14 gal x 60 sol/gal	S/ 840.00
Filtros de aceite	67.85 sol x 7 filtros	S/ 474.95
Filtro separador	37.18 sol x 7 filtros	S/ 260.26

Filtro de petróleo	61.68 sol x 7 filtros	S/ 431.76
Mano de obra	200 soles x 7 cambios	S/ 1,400.00
Frecuencia de mantenimientos	1 mantenimiento cada 15000 km.	
Total mantenimiento	S/ 3,406.97	
Rendimiento x km recorrido	0.2271 soles/km recorrido	

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, los insumos que se adquieren para realizar el mantenimiento respectivo para las 7 unidades vehiculares son la compra de aceite, filtros para aceite, filtros separadores, filtros para el petróleo, mano de obra, y se tiene en cuenta que se realiza un mantenimiento cada 15,000 kilómetros recorridos, obteniéndose un total de S/. 3,406.97 soles por los mantenimientos realizados, dando un rendimiento del mantenimiento de 0.2271 soles por cada kilómetro que recorren las unidades móviles.

De esta forma, a continuación se calcula el costo de mantenimiento según los kilómetros recorridos por las 7 unidades vehiculares:

Tabla 11. Cálculo de costos de mantenimiento (pre test)

Semanas	Km. Recorridos	Costo del mantenimiento X km. recorrido
Primera semana	2031	S/ 461.30
Segunda semana	1492.5	S/ 338.99
Tercera semana	1736.3	S/ 394.37
Cuarta semana	1853.4	S/ 420.97
Quinta semana	1415.1	S/ 321.41
Sexta semana	1791	S/ 406.79
Séptima semana	2075	S/ 471.30
Octava semana	1217.3	S/ 276.49
<b>Total</b>	<b>13611.6</b>	<b>S/ 3,091.62</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, los costos totales por mantenimiento son S/. 3,091.62 soles por cada kilómetro recorrido.

Cálculo de costos variables

Tabla 12. Costos variables (pre test)

Semanas	Costos variables			CV
	Costo del combustible	Costo de neumáticos	Costo de mantenimiento	
Primera semana	S/ 1,163.15	S/ 2,295.23	S/ 461.30	S/ 3,919.69
Segunda semana	S/ 854.75	S/ 1,686.67	S/ 338.99	S/ 2,880.42
Tercera semana	S/ 994.38	S/ 1,962.19	S/ 394.37	S/ 3,350.94
Cuarta semana	S/ 1,061.44	S/ 2,094.53	S/ 420.97	S/ 3,576.93
Quinta semana	S/ 810.43	S/ 1,599.20	S/ 321.41	S/ 2,731.05
Sexta semana	S/ 1,025.71	S/ 2,024.01	S/ 406.79	S/ 3,456.51
Séptima semana	S/ 1,188.35	S/ 2,344.96	S/ 471.30	S/ 4,004.61
Octava semana	S/ 697.15	S/ 1,375.67	S/ 276.49	S/ 2,349.31
Total	S/ 7,795.36	S/ 15,382.47	S/ 3,091.62	S/ 26,269.45

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, los costos variables por la operación de los 7 vehículos son S/. 26,269.45.



### Cálculo de costos operativos totales

Para dicho cálculo, se procedió a realizar una sumatoria entre los costos fijos y variables de cada mes, para poder determinar el total de los costos operativos.

Tabla 13. Cálculo de costos operativos (pre test)

<b>Costos operativos</b>			
Mes	Costos fijos	Costos variables	Total
Mes 1	S/ 30,990.00	S/ 13,727.99	<b>S/ 44,717.99</b>
Mes 2	S/ 31,635.00	S/ 12,541.47	<b>S/ 44,176.47</b>
<b>Total</b>	<b>S/ 62,625.00</b>	<b>S/ 26,269.45</b>	<b>S/ 88,894.45</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, en el primer mes los costos operativos ascendieron a S/. 44,717.99 soles, y para el segundo mes un total de S/ 44,176.47 soles. Todo ello, dando un total de S/. 88,894.45 soles en el periodo del pre test en la empresa.

## Determinar la búsqueda de la ruta más óptima en la empresa Transportes Leomar EIRL.

Con respecto de la identificación de la ruta más óptima, se tomó en cuenta los siguientes criterios para la formulación del modelo matemático:

$$X_{ij} \rightarrow \text{Flujo del arco } (i, j)$$

Donde:

Si el arco encontrado  $(i, j)$  pertenece a la ruta más próxima, se considera 1.

Si el arco encontrado  $(i, j)$  no pertenece a la ruta más próxima, se considera 0.

Es decir, el planteamiento hace referencia a que se trata de información binaria.

$$C_{ij} \rightarrow \text{Amplitud del arco } (i, j), \text{ es decir, las distancias en Km.}$$

A partir de ello, la función objetivo para el modelamiento matemático, quedaría expresada de la siguiente manera:

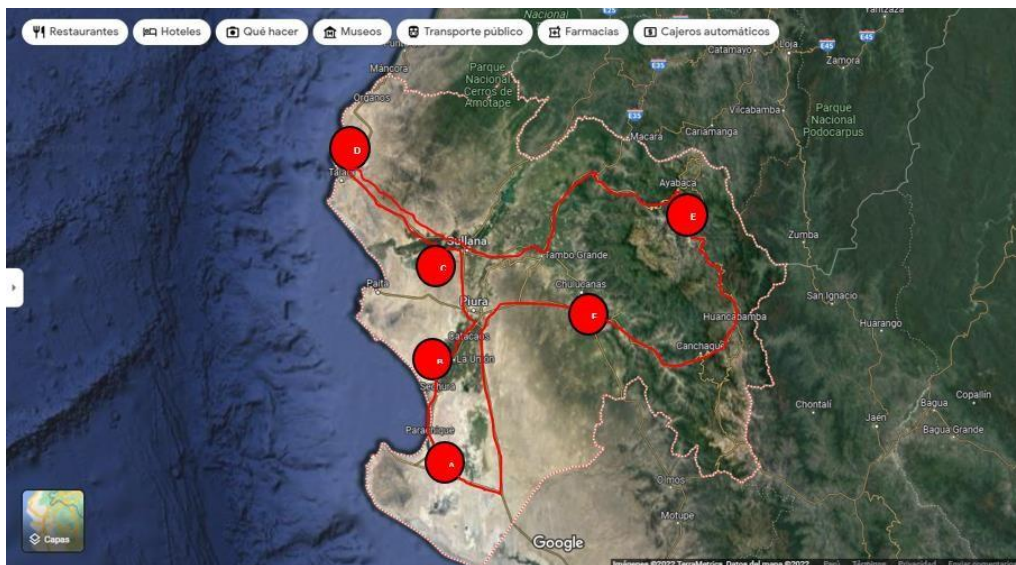
$$\text{Min } (Z) = \sum_{\text{Arcos } (i,j)} C_{ij} X_{ij}$$

Donde, sus restricciones se expresan por:

$$\text{Input Flow} = \text{Output flow}$$

De esta forma, se acudió a la utilización del algoritmo de Google Maps, para poder identificar los diferentes nodos de las rutas analizadas, teniendo que:

Figura 3. Identificación de nodos



Fuente: Google Maps

De esta información obtenida en la figura anterior, se pudo obtener las diferentes distancias y los 6 nodos, de acuerdo con la ruta trazada antes de la optimización del transporte.

Tabla 14. Identificación de arcos, distancias y flujo

Arcos		Distancia (km)	Flujo
De	A		
A	B	24.8	1
A	F	137	0
B	C	84.6	0
B	F	112	0
C	D	37.6	0
C	B	84.9	0
D	E	209	0
D	C	37.6	0
E	F	177	0
E	D	209	0
F	A	77.2	0
F	C	46.3	-1

Fuente: Google Maps

De esta forma, la función objetivo para el modelo óptimo de la ruta de transporte, teniendo en cuenta los nodos identificados en Google Maps, se pudo determinar que:

$$\begin{aligned} \text{Min} = & 24.8X_{AB} + 110X_{AC} + 137X_{AF} + 84.6X_{BC} + 112X_{BF} + 37.6X_{CD} + 84.9X_{CB} \\ & + 209X_{DE} + 37.6X_{DC} + 190X_{DF} + 177X_{EF} + 209X_{ED} + 77.2X_{FA} + 46.3X_{FC} \end{aligned}$$

Luego de modelar la expresión matemática de la función objetivo donde intervienen todas las posibles rutas para el transporte de la empresa, se procedió a someter esta información al Software LINDO Classic para poder asignar la ruta más óptima, además, de plasmar las restricciones mediante la siguiente tabla:

Tabla 15. Identificación de restricciones

Restricciones														
	$X_{AB}$	$X_{AC}$	$X_{AF}$	$X_{BC}$	$X_{BF}$	$X_{CD}$	$X_{CB}$	$X_{DE}$	$X_{DC}$	$X_{DF}$	$X_{EF}$	$X_{ED}$	$X_{FA}$	$X_{FC}$
Minimiz	24.	11	13	84.	11	37.	84.	20	37.	19	17	20	77.	46.
ar z =	8	0	7	6	2	6	9	9	6	0	7	9	2	3
Nodos														
A	1	1												1
B	-1		1	1										0
C		1			1	1		-1						0
D							1	1		-1				0
E							-1		1	1			-1	0
F									-1		1		-1	-1

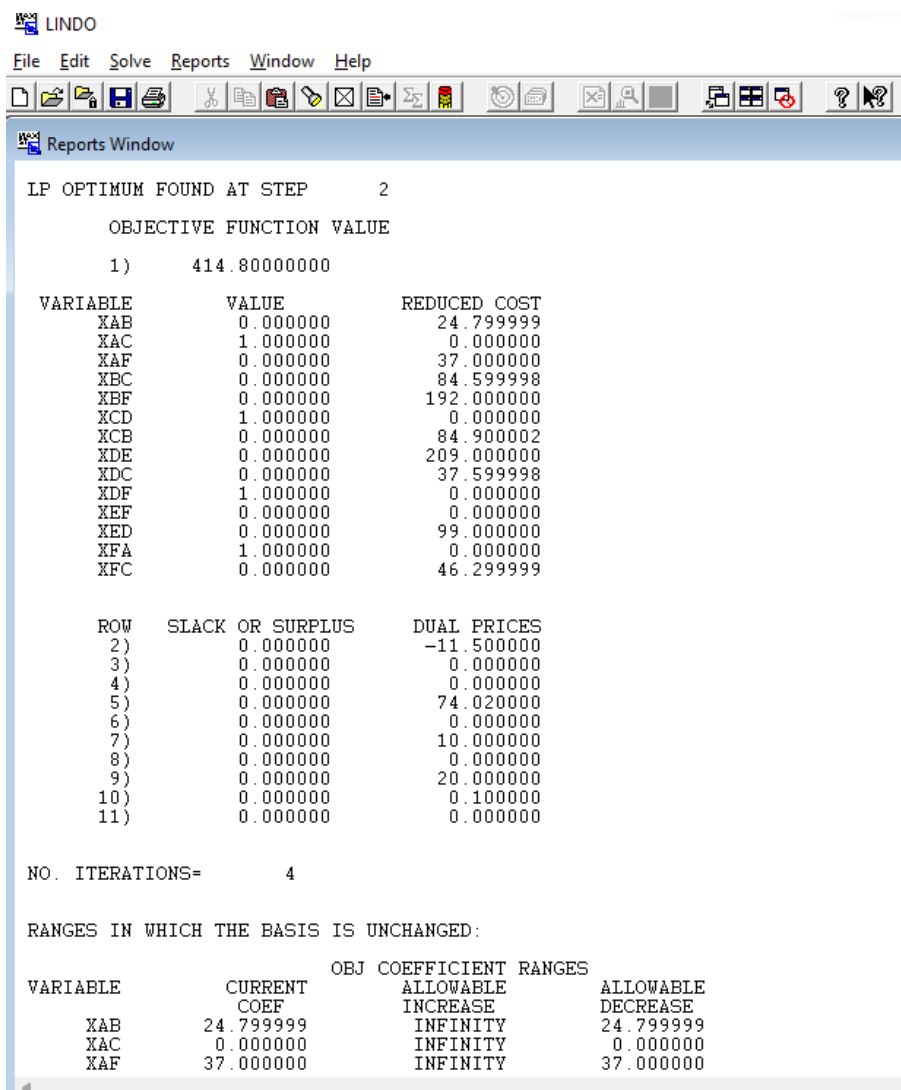
Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se puede determinar los diferentes flujos de las rutas analizadas, determinándose las posibilidades de poder ocupar una ruta según la estancia de la unidad de transporte. Dichos flujos forman parte de las restricciones que servirán para poder apoyar la función objetivo y delimitar el análisis que se aplicará mediante el uso del software.

Finalmente, con la formulación de la función objetivo y la delimitación de las restricciones, se procedió a someter los datos al software LINDO que básicamente

ayudó a encontrar la mejor ruta para el transporte de la empresa. A continuación se presentan los resultados:

Figura 4. Ejecución de LINDO



Fuente: LINDO Classic

Como se puede observar en la figura anterior, la mejor ruta que identificó el software mediante la función objetivo diseñada es:

$$X_{AC} + X_{CD} + X_{DF} + X_{FA}$$

Es así que, según la mejor ruta encontrada, la distancia con máximo beneficio que concierne a la minimización de los costos operativos según los kilómetros recorridos es: 414.8 km.

**Contrastar los resultados obtenidos entre la situación actual de la empresa y los encontrados post aplicación de la ruta óptima en la empresa Transportes Leomar EIRL.**

Posteriormente, tras haber encontrado la mejor ruta según la aplicación del modelo matemático de optimización, se volvió a tomar la muestra de recorrido y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 16. Recorrido de vehículos (post test)

Kilometraje	Vehículos							Total
	AMA784	T9K894	BDC811	ATA82	BLY926	APO88	BHB755	
				8		6		
Km. Inicial	146833.	119692.	166440.	92261.	160912	22283.2	25175.2	
	8	4	3	3			2	
Km. Final	146924.	119811.	166539.	92419.	161562	22463.2	25804.2	
	3	4	3	3			2	
Recorrido	90.5	119	99	158	650	180	629	1925.5
Km. Inicial	146924.	119811.	166539.	92419.	161562	22463.2	25804.2	
	3	4	3	3			2	
Km. Final	147084.	119890.	166699.	92599.	162052	22483	26183.2	
	3	6	1	3			2	
Recorrido	160	79.2	159.8	180	490	19.8	379	1467.8
Km. Inicial	147084.	119890.	166699.	92599.	162052	22483	26183.2	
	3	6	1	3			2	
Km. Final	147155.	120002.	166825.	93249.	162219	22692	26392.2	
	5	4	1	3			2	
Recorrido	71.2	111.8	126	650	167	209	209	1544
Km. Inicial	147155.	120002.	166825.	93249.	162219	22692	26392.2	
	5	4	1	3			2	
Km. Final	147234	120100.	166965.	93599.	162460	23353	26571.7	
		4	1	3			2	
Recorrido	78.5	98	140	350	241	661	179.5	1748
	Total tercer mes							6685.3

Km. Inicial	147234	120100.	166965.	93599.	162460	23353	26571.7	
		4	1	3			2	
Km. Final	147313	120260.	167084.	94230.	162609	23374	26746.1	
		4	1	3			2	
Recorrido	79	160	119	631	149	21	174.4	1333.4
Km. Inicial	147313	120260.	167084.	94230.	162609	23374	26746.1	
		4	1	3			2	
Km. Final	147411.	120382.	167211.	94509.	162863	23503.7	27413.3	
	5	1	8	3			2	
Recorrido	98.5	121.7	127.7	279	254	129.7	667.2	1677.8
Km. Inicial	147411.	120382.	167211.	94509.	162863	23503.7	27413.3	
	5	1	8	3			2	
Km. Final	147512.	120480.	167348.	95126.	163011.	24127.1	27594.3	
	5	1	8	3	5		2	
Recorrido	101	98	137	617	148.5	623.4	181	1905.9
Km. Inicial	147512.	120480.	167348.	95126.	163011.	24127.1	27594.3	
	5	1	8	3	5		2	
Km. Final	147644.	120525.	167420	95284.	163161.	24477.1	27776.3	
	9	1		3	2		2	
Recorrido	132.4	45	71.2	158	149.7	350	182	1088.3
Total cuarto mes								6005.4

Fuente: área de logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, los diferentes vehículos circulan por las rutas analizadas. De esta forma, se logró registrar inicialmente que existió 1925.5 kilómetros para la primera semana del post test, 1467.5 kilómetros para la segunda semana, 1544 para la tercera semana, 1748 kilómetros para la cuarta semana, 1333.4 kilómetros para la quinta semana, 1677.8 kilómetros para la sexta semana, 1905.9 kilómetros para la séptima semana y finalmente, 1088.3 kilómetros para la octava semana, de tal manera que se registró un total de 6685.3 y 6005.4 kilómetros recorrido

respectivamente para los dos meses analizados del post test, por las 7 unidades de transporte en las rutas mencionadas.

Así mismo, se calcularon los diferentes costos operativos según las dimensiones planteadas de la variable dependiente, con el fin de verificar los costos posteriores:

Costos operativos

- Costos fijos (post test)

Cálculo de los costos fijos

Con respecto del cálculo de los costos fijos, se consideraron los mismos costos del pre test, pues, se mantuvieron constantemente durante ambos periodos, a continuación se presenta el detalle:

*Tabla 17.* Cálculo de costos fijos (post test)

<b>Costos fijos (post test)</b>								
Meses	Mano de obra			Servicios básicos		Alquiler	Impuestos	CF
	M.O.	Sueldo	Total	Luz	Agua	Total	Total	
Mes3	13	1200	15600	320	70	1500	13500	30990
Mes4	13	1200	15600	325	85	1500	14125	31635
<b>Total</b>								<b>62,625</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

De la tabla anterior, se puede identificar que los costos fijos de la empresa siguen siendo S/. 62,625 soles, de los cuales, S/. 30,990 son para el mes 3 y S/. 31,635 para el mes 4.

Cálculo de costos variables

- Costos variables (post test)

Consumo de combustible

Se volvió a estimar el rendimiento que tiene el combustible por cada km recorrido y la cantidad de soles por cada kilómetros recorrido, de tal manera que se pudo realizar el cálculo del costo de combustible.



Tabla 18. Cálculo de consumo del combustible (post test)

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo del combustible</b>
Primera semana	1925.5	S/ 1,102.73
Segunda semana	1467.8	S/ 840.61
Tercera semana	1544	S/ 884.25
Cuarta semana	1748	S/ 1,001.08
Quinta semana	1333.4	S/ 763.64
Sexta semana	1677.8	S/ 960.88
Séptima semana	1905.9	S/ 1,091.51
Octava semana	1088.3	S/ 623.27
<b>Total</b>	<b>12690.7</b>	<b>S/ 7,267.96</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, se registró un total de 12690.7 kilómetros recorridos durante los 2 meses evaluados en el post test en las 7 unidades vehiculares que se estudiaron. Por otra parte, se contabilizó un total de S/ 7,267.96 soles que se invierte por cada kilómetro recorrido en las rutas mencionadas.

#### Consumo de neumáticos (post test)

A continuación se presenta el cálculo de los costos por los neumáticos según los kilómetros recorridos por las 7 unidades vehiculares:

Tabla 19. Cálculo de costos de neumáticos (post test)

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo de neumáticos X km. recorrido</b>
Primera semana	1925.5	S/ 2,176.01
Segunda semana	1467.8	S/ 1,658.76
Tercera semana	1544	S/ 1,744.87
Cuarta semana	1748	S/ 1,975.41
Quinta semana	1333.4	S/ 1,506.88

Sexta semana	1677.8	S/	1,896.08
Séptima semana	1905.9	S/	2,153.86
Octava semana	1088.3	S/	1,229.89
<b>Total</b>	<b>12690.7</b>	<b>S/</b>	<b>14,341.76</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Costo por mantenimientos (post test)

De igual forma, a continuación se volvió a calcular el costo de mantenimiento según los kilómetros recorridos por las 7 unidades vehiculares:

*Tabla 20.* Cálculo de costos de mantenimiento (post test)

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo de mantenimiento x km. Recorrido</b>	
Primera semana	1925.5	S/	437.34
Segunda semana	1467.8	S/	333.38
Tercera semana	1544	S/	350.69
Cuarta semana	1748	S/	397.03
Quinta semana	1333.4	S/	302.86
Sexta semana	1677.8	S/	381.08
Séptima semana	1905.9	S/	432.89
Octava semana	1088.3	S/	247.19
<b>Total</b>	<b>12690.7</b>	<b>S/</b>	<b>2,882.46</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, los costos totales por mantenimiento son S/. 2,882.46 soles por cada kilómetro recorrido en el post test.

Cálculo de costos variables (post test)

Tabla 21. Cálculo de costos variables (post test)

<b>Costos variables</b>				
Semanas	Costo del combustible	Costo de neumáticos	Costo de mantenimiento	CV
Primera semana	S/ 1,102.73	S/ 2,176.01	S/ 437.34	S/ 3,716.08
Segunda semana	S/ 840.61	S/ 1,658.76	S/ 333.38	S/ 2,832.75
Tercera semana	S/ 884.25	S/ 1,744.87	S/ 350.69	S/ 2,979.81
Cuarta semana	S/ 1,001.08	S/ 1,975.41	S/ 397.03	S/ 3,373.52
Quinta semana	S/ 763.64	S/ 1,506.88	S/ 302.86	S/ 2,573.37
Sexta semana	S/ 960.88	S/ 1,896.08	S/ 381.08	S/ 3,238.04
Séptima semana	S/ 1,091.51	S/ 2,153.86	S/ 432.89	S/ 3,678.26
Octava semana	S/ 623.27	S/ 1,229.89	S/ 247.19	S/ 2,100.34
<b>Total</b>	<b>S/ 7,267.96</b>	<b>S/ 14,341.76</b>	<b>S/ 2,882.46</b>	<b>S/ 24,492.18</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, los costos variables por la operación de los 7 vehículos son S/. 24,492.18 en el post test.

Cálculo de costos operativos totales (post test)

Para dicho cálculo, se procedió a realizar una sumatoria entre los costos fijos y variables de cada mes del post test, para poder determinar el total de los costos operativos.

Tabla 22. Cálculo de costos operativos (post test)

<b>Costos operativos</b>			
Mes	Costos fijos	Costos variables	Total
Mes 3	S/ 30,990.00	S/ 12,902.17	S/ 43,892.17
Mes 4	S/ 31,635.00	S/ 11,590.01	S/ 43,225.01
<b>Total</b>	<b>S/ 62,625.00</b>	<b>S/ 24,492.18</b>	<b>S/ 87,117.18</b>

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

Como se puede observar en la tabla anterior, en el tercer mes los costos operativos disminuyeron de S/. 44,717.99 soles en el primer mes a S/. 43,892.17 en el tercer mes, y se disminuyó de S/ 44,176.47 soles en el segundo mes a S/. 43,225.01 en el cuarto mes. Para estos dos meses estudiados del post test, se calculó un total de S/. 87,117.18 soles en el periodo mencionado en la empresa.

#### Comparativa de recorrido y costos

Tabla 23. Comparación de recorridos y costos (pre y post test)

Sem	Total km. Recorridos		Costo de combustible		Consumo de neumáticos		Costo de mantenimiento	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Sem 1	2031	1925.5	S/ 1,163.15	S/ 1,102.73	S/ 2,295.23	S/ 2,176.01	S/ 461.30	S/ 437.34
Sem 2	1492.5	1467.8	S/ 854.75	S/ 840.61	S/ 1,686.67	S/ 1,658.76	S/ 338.99	S/ 333.38
Sem 3	1736.3	1544	S/ 994.38	S/ 884.25	S/ 1,962.19	S/ 1,744.87	S/ 394.37	S/ 350.69
Sem 4	1853.4	1748	S/ 1,061.44	S/ 1,001.08	S/ 2,094.53	S/ 1,975.41	S/ 420.97	S/ 397.03
Sem 5	1415.1	1333.4	S/ 810.43	S/ 763.64	S/ 1,599.20	S/ 1,506.88	S/ 321.41	S/ 302.86
Sem 6	1791	1677.8	S/ 1,025.71	S/ 960.88	S/ 2,024.01	S/ 1,896.08	S/ 406.79	S/ 381.08
Sem 7	2075	1905.9	S/ 1,188.35	S/ 1,091.51	S/ 2,344.96	S/ 2,153.86	S/ 471.30	S/ 432.89
Sem 8	1217.3	1088.3	S/ 697.15	S/ 623.27	S/ 1,375.67	S/ 1,229.89	S/ 276.49	S/ 247.19

1361	12690	S/	S/	S/	S/	S/	S/
1.6	.7	7,795.36	7,267.96	15,382.47	14,341.76	3,091.62	2,882.46

Fuente: área logística de la empresa Transportes Leomar EIRL.

### Prueba de normalidad

Teniendo en cuenta que el número de datos es menor a 30, se procedió a realizar la prueba de Shapiro-Wilk mediante el software SPSS, para ello, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Si  $\rho_{valor} \geq 0,05$ ; entonces se afirma que los datos ingresados proceden de una distribución normal.

Si  $\rho_{valor} < 0,05$ ; entonces se afirma que los datos ingresados no proceden de una distribución normal.

A continuación se presentan los datos mencionados:

Figura 5. Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costos operativos PRETEST	,173	8	,200 <sup>*</sup>	,962	8	,829
Costos operativos POST TEST	,167	8	,200 <sup>*</sup>	,962	8	,828

Fuente. SPSS

Como se puede observar en la figura anterior, el nivel de significancia de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk es 0,829 y 0,828 para el pre y post test respectivamente, por lo tanto, se afirma que los datos ingresados proceden de una distribución normal.

### Prueba de hipótesis

Con respecto de la prueba de hipótesis, se empleó la prueba de muestras emparejadas o también llamada T-Student debido a que los datos ingresados proceden de una

distribución normal. En tal sentido, se tomaron en cuenta las siguientes condiciones para la contrastación:

H0: La optimización de rutas de transporte no influye en los costos operativos de la empresa de TRANSPORTES LEOMAR EIRL.

H1: La optimización de rutas de transporte influye en los costos operativos de la empresa de TRANSPORTES LEOMAR EIRL.

Asimismo, se consideraron los siguientes criterios para la determinación del nivel de significancia:

Si  $\rho_{valor} \leq 0,05$ ; entonces se rechaza la hipótesis nula de la investigación.

Si  $\rho_{valor} > 0,05$ ; entonces se acepta la hipótesis nula de la investigación.

A continuación se presentan los resultados de la prueba T-Student:

Figura 6. Prueba de hipótesis

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Costos operativos PRETEST - Costos operativos POST TEST	222,16125	99,34076	35,12226	139,11030	305,21220	6,325	7	,000

Fuente. SPSS

Como se puede observar en la figura anterior, el nivel de significancia de la prueba de hipótesis es 0,000, es decir, es menor que 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de la investigación y se acepta la alternativa, que nos dice que la optimización de rutas de transporte influye en los costos operativos de la empresa de Transportes Leomar EIRL.

## V. DISCUSIÓN

A continuación, se presentarán los diferentes resultados de la investigación y se contrastará con los hallazgos de las investigaciones que se relacionan con estas variables de estudio, además, se contrastarán y/o comprobarán teorías según lo encontrado.

En primer lugar, con relación al objetivo general de la investigación que fue determinar la influencia de la optimización de las rutas de transporte en los costos operativos de la empresa Transportes Leomar EIRL, se determinó que la optimización de dichas rutas permitió reducir los costos operativos de la empresa mencionada evidenciándose una reducción de S/ 88,894.45 a S/ 87,117.18. Estos resultados se pueden contrastar con los de Alva y Ruiz (2019) quienes en su investigación que buscaron optimizar las rutas de distribución de la empresa JJ Cancino para reducir los costos operativos, se pudo determinar que inicialmente los costos operativos eran S/. 27,316.89 y se logró reducir a S/. 23,549.05, así mismo, se tiene la investigación de Salazar (2018) quienes tuvieron un objetivo similar buscando determinar el impacto que tiene la optimización de las rutas de distribución en los costos operativos de una empresa de transportes, y tras haber realizado la aplicación de la optimización de la mejor ruta, se obtuvo una reducción de S/. 90,851,673.13 encontrados en el pre test a S/. 88,012,096.07 en el post test. Todo estos datos obtenidos se comprueban y se asemejan con lo que menciona Cruces (2021) quien indica que cuando se optimizan las rutas de transporte en una empresa que se dedica a ese rubro, se pueden obtener resultados sustanciales en los costos operativos, debido a que existe una relación directamente proporcional entre ambas variables. Tal es así que si se recortan los kilómetros recorridos por las unidades móviles estudiadas, o por el contrario, si se hace una optimización en los principales factores que intervienen en el proceso de transporte tales como la gestión del combustible, las autopartes y los mantenimientos, los resultados también resultan ser beneficiosos (Salazar, 2018). Por otra parte, Blas (2018) añade que los costos operativos se pueden reducir ampliamente si en las rutas de transporte existe un seguimiento eficiente en las fases iniciales, debido a que los trabajadores en especial los conductores, tienden a hacer prevalecer sus costumbres al momento de manejar,

pero al realizar una evaluación y seguimiento respectivo, se puede tener el éxito deseado.

Asimismo, se desarrolló el primer objetivo específico que estuvo enfocado con realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa Transportes Leomar EIRL, donde se pudo obtener que inicialmente los principales problemas que generan altos costos operativos son el incremento en el costo de combustible, la falta de optimización de rutas, el deficiente cuidado de la flota de vehículos, los tiempos de entrega que no se tienen controlados, el alto costo de mantenimiento, los indicadores deficientes, el constante ausentismo laboral, los gastos descontrolados y la desmotivación del personal, además, se pudo encontrar que los costos operativos ascendían a S/ 88,894.45. Esta información se comprueba con lo que menciona López (2020) quien en su diagnóstico actual logró determinar que los altos costos operativos de la empresa se debían a las rutas donde operaban las unidades móviles, además, se registró que las unidades que utilizan para transportar la carga presentan múltiples fallas mecánicas y la inversión en mantenimiento resulta ser perjudicial para los costos mencionados, de igual forma, los costos operativos eran S/. 60,148.47 soles inicialmente, lo cual eran relativamente altos con respecto de sus beneficios que perciben. Por otra parte, Hernández y Izaguirre (2018) lograron identificar en la fase inicial de su investigación, mediante la elaboración de un diagrama de Ishikawa que los principales causas que aquejan la problemática de los altos costos operativos son las largas rutas de transporte así como las largas jornadas de trabajo que influyen en el pago de la mano de obra, además, las grandes cargas que poseen y la limitada capacidad con la que cuentan las unidades móviles permiten generar sobre costos para la empresa, de igual forma, se logró identificar que los costos operativos iniciales ascendían a los S/. 15,058.22 soles en el pre test, considerando un total de 6 unidades móviles. Todos estos resultados se asocian con lo que mencionan Viteri y Sánchez (2019) quienes en su investigación demuestran que los costos operativos son todos aquellos que están relacionados con la producción de un bien o la prestación de un servicio y aseguran que los costos operativos se dividen en costos fijos y variables de



tal manera que indican que esas son las dimensiones que sirven para poder operacionalizar la variable mencionada.

En relación con el segundo objetivo específico que estuvo orientado a determinar la búsqueda de la ruta más óptima para el transporte de la empresa Transportes Leomar EIRL, de logró establecer, mediante el software LINDO Classic y la formulación de la función objetivo:  $Min = 24.8X_{AB} + 110X_{AC} + 137X_{AF} + 84.6X_{BC} + 112X_{BF} + 37.6X_{CD} + 84.9X_{CB} + 209X_{DE} + 37.6X_{DC} + 190X_{DF} + 177X_{EF} + 209X_{ED} + 77.2X_{FA} + 46.3X_{FC}$  que estuvo sujeta a restricciones tales como el flujo de ingreso debía ser igual al flujo de salida, además que los datos del flujo sean binarios entre 0 y 1, que la mejor ruta estaba determinada por los nodos:  $X_{AC} + X_{CD} + X_{DF} + X_{FA}$  y correspondían a un total de 414.8 kilómetros recorridos en las distancias seleccionadas. De esta forma, se pudo hallar la mejor ruta para el recorrido de las unidades móviles de la empresa, así mismo, esta información se compara directamente con los resultados que proporcionan Alva y Ruiz (2019) quienes en su investigación lograron determinar que la mejor ruta para poder tener una máxima optimización en el sentido de minimizar los costos operativos estuvo determinada por la función objetivo  $Min 9.7 X_{12} + 9.7X_{13} + 2.4X_{24} + 5.6X_{25} + 5.3X_{34} + 8.6X_{37} + 2.3X_{45} + 2.6X_{46} + 1.1X_{56} + 3.5X_{59} + 0.95X_{68} + 1.9X_{78} + 5.2X_{79} + 1.6X_{89}$  donde, luego de haber utilizado el mismo programa (LINDO Classic) logró obtener la mejor ruta que estaría determina por una distancia total de 17.25 kilómetros recorridos y sujeta a los nodos:  $X_{12}+X_{24}+X_{46}+X_{68}+X_{89}$ , de esta forma, lograron optimizar su ruta de transporte. Así mismo, Reza (2017) indica que la optimización de rutas de transporte son los procedimientos que se realizan para poder hallar la mejor ruta que debe perseguir una flota determinada de vehículos para poder maximizar los beneficios o minimizar los costos según se requiera. Además, Zhao, Li y Zhou (2020) agregan que existen diversos softwares para poder calcular la optimización de rutas según las diferentes restricciones y función objetivo que se puedan diseñar, entre ellos se tiene el programa WinQsb que tiene múltiples opciones y alternativas de solución relacionadas con la programación lineal y diferentes aspectos para aplicar en el rubro de operaciones con respecto de modelamientos, simulaciones y soluciones, por otra parte, se tiene a LINDO que está directamente relacionado con la solución a problemas

de programación lineal que necesariamente necesita de una función objetivo y que esté sujeta a las restricciones que se enfrenten.

Finalmente se rescataron los hallazgos del desarrollo del tercer objetivo específico que fue contrastar los resultados obtenidos entre la situación actual de la empresa y los encontrados post aplicación de la ruta óptima en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022, donde, luego de aplicar el programa mencionado en anteriores líneas, se pudo determinar que inicialmente los costos fijos que hacían referencia a los desembolsos por pagos de mano de obra, servicios básicos, alquiler e impuestos eran S/. 30,990 para el primer mes del pre test y S/. 31,635 para el segundo mes del mismo periodo. Por otro lado, los costos variables que comprendían el desembolso de pagos tales como el costo del combustible, costos por reposición de neumáticos y costos de mantenimiento, de tal manera que se contabilizó un total de S/. 13,727.99 para el primer mes del pre test y S/. 12,541.47 para el segundo mes del post test, todo ello, dando un total de S/. 44,717.99 soles de costos operativos para el total del primer mes en el pretest y un total de S/. 44,176.47 soles de costos operativos para el segundo mes del mismo periodo. A su vez, se contrastaron con los costos fijos del postest que hacían referencia a los mismos costos tales como desembolsos por pagos de mano de obra, servicios básicos, alquiler e impuestos que volvieron a ser S/. 30,990 para el tercer mes del post test y S/. 31,635 para el cuarto mes del mismo periodo. Por otro lado, los costos variables que comprendían el desembolso de pagos tales como el costo del combustible, costos por reposición de neumáticos y costos de mantenimiento pero esta vez para el post test, presentaron costos de S/. 12,902.17 para el tercer mes del post test y S/. 11,590.01 para el cuarto mes del post test, todo ello, dando un total de S/. 43,892.17 soles de costos operativos para el total del tercer mes en el post test y un total de S/. 43,225.01 soles de costos operativos para el cuarto mes del mismo periodo. Esto se comprueba con los resultados de Hernández y Izaguirre (2018) quienes obtuvieron una reducción de S/. 35,085.01 a S/. 32,178.92 soles según la optimización de ruta determinada.

La principal limitante de la investigación fue la escasez de tiempo debido que para aplicar una investigación experimental, se requiere de un tiempo más amplio para

poder tener los resultados deseados según las variables aplicadas, de esta forma, la presente investigación contó con 2 meses para el periodo del pre test y 2 meses para el periodo del postest, siendo un tiempo relativamente corto pero logró los resultados esperados.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Con respecto del objetivo general, se determinó la influencia de la optimización de las rutas de transporte en los costos operativos de la empresa Transportes Leomar EIRL logrando una disminución de S/. 88,894.45 a S/. 87,117.18 debido la elección de la mejor ruta para el recorrido de una flota de 7 vehículos de carga pesada que transporta la empresa en mención durante 4 meses de evaluación. La influencia se logró determinar mediante la contrastación de hipótesis (T-Student) que arrojó un nivel de significancia del 0,000; siendo menor que 0,05 y demostrándose que la optimización de rutas de transporte influye en los costos operativos de la empresa de Transportes Leomar EIRL.
2. Por otra parte, con relación al objetivo específico 1, se identificó la situación inicial de la empresa antes de la optimización de las rutas de transporte y se obtuvo que los principales problemas que generan un incremento innecesario de los costos operativos son: el incremento en el costo de combustible, la falta de optimización de rutas, el deficiente cuidado de la flota de vehículos, los tiempos de entrega que no se tienen controlados, el alto costo de mantenimiento, los indicadores deficientes, el constante ausentismo laboral, los gastos descontrolados y la desmotivación del personal. Además, se pudo determinar que para este periodo del pre test, se registraron costos fijos de S/. 390,990.00 para el primer mes y S/. 31,635.00 para el segundo, y un total de S/. 13,727.99 en los costos fijos del primer mes y S/. 12,541.47 en el segundo mes, finalmente, se contabilizó un total de S/. 44,717.99 para los costos operativos del primer mes y S/. 44,176.47 para el segundo mes.
3. Con respecto del objetivo específico 2, se diseñó un modelo matemático con sus respectivas restricciones que permitió conocer la mejor ruta para el transporte de la empresa, utilizando el software LINDO Classic. Debido a ello, se determinó que la mejor ruta tendría un total de 414.8 kilómetros según los datos obtenidos de la aplicación del método.
4. Finalmente, con relación al objetivo específico 3 se pudo determinar que para el periodo del post test se volvieron a registrar costos fijos de S/. 390,990.00 para el tercer mes y S/. 31,635.00 para el cuarto, y un total de S/. 12,902.17 en

los costos fijos del tercer mes y S/. 11,590.01 en el cuarto mes y por último, se contabilizó un total de S/. 43,892.17 para los costos operativos del tercer mes y S/. 43,225.01 para el cuarto mes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la empresa seguir utilizando el modelo matemático planteado de tal manera que se pueda seguir optimizando las rutas de transportes con el fin de garantizar una reducción significativa en los costos operativos, además, se debe tener un control adecuado sobre las restricciones planteadas debido a que según los cambios que pueda haber en las rutas, su formulación puede variar considerablemente.
- Se recomienda a la empresa afianzarse de capacitaciones necesarias para conocer el manejo adecuado y oportuno de los diferentes software de optimización tales como LINDO, WinQsb e incluso el mismo Excel a través de la herramienta Solver.
- Finalmente, se recomienda a la empresa poder incrementar su flota de vehículos para tener en consideración un aumento en las rutas que realizan a través del país. De esta forma, pueden extender el margen de ingresos y si se manejan las rutas de manera óptima, los resultados obtenidos pueden ser sustanciales para la participación en el mercado y la elevación de su competitividad.
- Se recomienda a los posteriores estudios que profundicen las investigaciones con respecto de la optimización de rutas de transporte debido a que el número de estudios que se relacionan con la variable mencionada y los costos operativos es casi nula, sin embargo, la relevancia social que tiene la aplicación de este tipo de investigaciones resulta ser significativo para ahorrar costos de diferente índole.
- Se recomienda a los posteriores estudios, tener en cuenta los diferentes softwares que existen para poder modelar este tipo de funciones y brinden los resultados más óptimos. Además, se recomienda tener en consideración los diferentes parámetros que se explican en la teoría de la programación lineal debido a que estos lineamientos contienen información específica para el diseño de la función objetivo, las restricciones y los rangos para poder tener los resultados esperados.

## REFERENCIAS

- ALVA, D. y RUIZ, F., 2019. *Optimización de las rutas de distribución de materia prima para disminuir los costos operativos de la empresa de transportes JJ Cancino S.R.L, Pacasmayo, 2019* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58724/Alva\\_GDA-Ruiz\\_CFS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58724/Alva_GDA-Ruiz_CFS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- ARIAS, J., 2020. *Técnicas e instrumentos de investigación científica* [en línea]. Arequipa: s.n. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2238>.
- ARIAS, J., VILLASÍS, M. y MIRANDA, M., 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 2016-206. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- BARÓN, M., 2018. *MODELO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TRANSPORTE DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PARA LOS DISTRIBUIDORES DE COLOMBIA* [en línea]. S.l.: Universidad de La Sabana. Disponible en: [https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33214/Doc\\_Final\\_TESIS\\_MCBA\\_MGO\\_17\\_de\\_abril\\_2018.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33214/Doc_Final_TESIS_MCBA_MGO_17_de_abril_2018.pdf?sequence=6&isAllowed=y).
- BLAS, M., 2018. *Aplicativo móvil para la planificación y control de rutas en Transportes Huáscar S.A.* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35375/Blas\\_QM.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35375/Blas_QM.pdf?sequence=1).
- BRAVO, A., YUPANQUI, P., CRIBILLERO, C., OCHARAN, D. y PATRICIO, V., 2021. *GESTIÓN DE RUTAS A TRAVÉS DEL USO DE MODELOS BASADOS EN ALGORITMOS* [en línea]. S.l.: Universidad de Lima. Disponible en: [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/13293/Bravo\\_Gestion-rutas-traves.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/13293/Bravo_Gestion-rutas-traves.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- CACHIMUEL, D., MONAR, R., GARAY, V. y VELASQUEZ, P., 2022. Proceso de diseño y planificación de rutas de transporte para mejorar los tiempos de entrega. *Revista Multidisciplinar de Innovación y Estudios Aplicados* [en línea], vol. 7, no.

4, pp. 13-30. DOI 10.23857/pc.v7i4.3806. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3806>.

CALLE, S., GONZÁLES, K., LI, Y., MOYANO, V. y VALDERRAMA, E., 2017. *Propuesta de optimización del tiempo, espacio y mano de obra bajo el enfoque Lean Management, para la mejora de la eficiencia y productividad de la empresa "CAR WASH MR. G & H" E.I.R.L.* [en línea]. S.I.: Universidad de Piura. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3225/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_CarWash.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3225/PYT_Informe_Final_Proyecto_CarWash.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CAMPOS, G. y LULE, N., 2016. La observación como técnica funcional. *Estudio del Trabajo*, vol. 2, no. 12, pp. 99-105.

CHICA, J., GACHS, H. y LIZARRAGA, C., 2018. Route effect on the perception of public transport services quality. *Transport Policy* [en línea], vol. 67, pp. 40-48. DOI <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.024>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X16304449>.

CRUCES, J., 2021. *Optimización de la gestión logística en una empresa operador logístico 2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76520/Cruces\\_PGJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76520/Cruces_PGJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

ESTEBAN, N., 2018. Tipos de Investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 1-15. Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>.

FLORES, J., 2018. *Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34923/Flores\\_SJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34923/Flores_SJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

GÓMEZ, R., CORREA, A. y VÁSQUEZ, L., 2018. Logística Inversa, Un Enfoque Con



Responsabilidad Social Empresarial. *Criterio Libre*, vol. 10, no. 16, pp. 143.

GRISON, E., BURKHARDT, J. y GYSELINCK, V., 2017. How do users choose their routes in public transport? The effect of individual profile and contextual factors. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* [en línea], vol. 51, pp. 24-37. DOI <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.08.011>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847816303801>.

HERNÁNDEZ, M. y IZAGUIRRE, J., 2018. *Optimización de rutas para disminuir los costos de distribución de la empresa Hidrolight – Chimbote 2018* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27848>.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M., 2014. *Metodología de la Investigación* [en línea]. Sexta Edic. México D.F.: McGrawHill. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

JIMÉNEZ, M., 2019. Herramienta para medición y análisis del recorrido del trabajo en bodegas de gestión de muestras. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo* [en línea], vol. 19, no. 1, pp. 26-35. Disponible en: [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria\\_sogamoso/article/view/12202](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/12202).

LÓPEZ, C., 2020. *Reducción de los costos operativos en una empresa de transporte de carga refrigerada, Chorrillos* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41830/López\\_GCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41830/López_GCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, vol. 3, no. 1, pp. 47-50.

MEJÍA, S., SANTAMARÍA, P. y PAREDES, P., 2019. Planeación estratégica logística para un holding empresarial. *Scientia et Technica*, vol. 16, no. 44, pp. 90-95.

- MONTOYA, O., GARCES, A. y GIL, W., 2022. Minimization of the distribution operating costs with D-STATCOMS: A mixed-integer conic model. *Electric Power Systems Research* [en línea], vol. 212, pp. 108346. DOI <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.108346>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037877962200520X>.
- NWATU, E., CHUKWUEMEKA, I. y ANDREW, E., 2020. Reducing operating costs and profitability of manufacturing firms in Southeast, Nigeria. *Academic Journal of Current Research* [en línea], vol. 7, no. 9, pp. 208-226. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/348705291\\_REDUCING\\_OPERATING\\_COSTS\\_AND\\_PROFITABILITY\\_OF\\_MANUFACTURING\\_FIRMS\\_IN\\_SOUTH\\_EAST\\_NIGERIA](https://www.researchgate.net/publication/348705291_REDUCING_OPERATING_COSTS_AND_PROFITABILITY_OF_MANUFACTURING_FIRMS_IN_SOUTH_EAST_NIGERIA).
- PRADA, G. y PAREDES, W., 2017. *DISEÑO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE TSP Y PLAN DE ACCIÓN PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE PERÚ GLP S.A.C. TRUJILLO* [en línea]. S.l.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11651/Prada Gustavo Anselmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11651/Prada_Gustavo_Anselmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- QINGSHUAI, S., KE, Z., JIANCHENG, W., YUQIANG, D., SIYONG, M. y MENGYUAN, Z., 2021. Evaluation model of bus routes optimization scheme based on multi-source bus data. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* [en línea], vol. 10, pp. 100342. DOI <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100342>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259019822100049X>.
- REZA, J., 2017. *Optimización de Rutas de distribución de una empresa productora de jugos* [en línea]. S.l.: Universidad Autónoma de México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/69692>.
- RUBIO, M., 2018. EL ANÁLISIS DOCUMENTAL: INDIZACIÓN Y RESUMEN EN BASES DE DATOS ESPECIALIZADAS. *CINDOC-CSIC*, pp. 50.

- RUÍZ, J., RAMÍREZ, A., LUNA, K., ESTRADA, J. y SOTO, O., 2017. Optimización de tiempos de proceso en destibadora y en llenadora. *Ra Ximhai* [en línea], vol. 13, no. 3, pp. 291-297. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46154070016.pdf>.
- SALAZAR, H., 2018. *Optimización de rutas de distribución para disminuir los costos de transporte de la empresa Chema S.A., Huachipa, 2017* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27034/Salazar\\_SH\\_G.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27034/Salazar_SH_G.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- SÁNCHEZ, M., FERNÁNDEZ, M. y DÍAZ, J., 2021. Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador. *UISRAEL Revista Científica* [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 113-128. Disponible en: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/400/197>.
- SANG, Z., ZHANG, B., XUE, Y. y GUAN, H., 2021. Research on Optimization of Customized Bus Routes Based on Uncertainty Theory. *Journal of Advanced Transportation* [en línea], vol. 10, no. 6691299. DOI <https://doi.org/10.1155/2021/6691299>. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jat/2021/6691299/>.
- SERNA, C., GARCÍA, J. y FLÓREZ, O., 2016. Análisis de Rutas de Transporte de Pasajeros Mediante la Herramienta Network Analyst de Arcgis. Caso Aplicado en la Ciudad de Medellín. *Ingeniería USBMed* [en línea], vol. 7, no. 2, pp. 89-95. DOI <https://doi.org/10.21500/20275846.2631>. Disponible en: <https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/2631>.
- SHEN, L., YU, S., SHI, X., DOAN, T., YANG, Z. y XU, B., 2021. Transportation routes evaluation: A delphi and CFPR approach. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* [en línea], vol. 41, no. 4, pp. 4841 – 4854. DOI 10.3233/JIFS-189969. Disponible en: <https://content.iospress.com/articles/journal-of-intelligent-and-fuzzy-systems/ifs189969>.

- USCÁTEGUI, P., 2016. *Propuesta de mejoramiento de la gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa PetroSantander, Colombia* [en línea]. S.I.: Universidad Industrial de Santander. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/152309.pdf>.
- VENTURA, J., 2017. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública* [en línea], vol. 43, no. 4, pp. 298-301. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662017000400014#:~:text=Sin embargo%2C una muestra es,características que se pretenden estudiar.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014#:~:text=Sin embargo%2C una muestra es,características que se pretenden estudiar.)
- VILLACREZ, R., 2016. *Diseño e Implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional del Callao. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2057>.
- VITERI, J. y SÁNCHEZ, C., 2019. *Los costos operativos de transporte y la redistribución de los ingresos en las cooperativas de transporte de carga pesada de la provincia de Tungurahua* [en línea]. S.I.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30114/1/T4626M.pdf>.
- VIVEROS, P., STEGMAIER, R., KRISTJANPOLLER, F., BARBERA, L. y CRESPO, A., 2018. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 21, no. 1, pp. 125-138.
- WANG, Y. y GI, Y., 2018. Intermodal route selection for cargo transportation from Korea to Central Asia by adopting Fuzzy Delphi and Fuzzy ELECTRE I methods. *The flagship journal of international shipping and port research* [en línea], vol. 45, no. 1, pp. 21-30. DOI <https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1319581>. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03088839.2017.1319581?journalCode=tmpm20>.
- ZHAO, Z., LI, X. y ZHOU, X., 2020. Optimization of transportation routing problem for

fresh food in time-varying road network: Considering both food safety reliability and temperature control. *Plos One* [en línea], vol. 15, no. 7, pp. 235950. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235950>. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0235950>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente: Optimización de rutas de transporte	Según Reza, (2017) se trata de las acciones y procedimientos que se realizan para mejorar la función de distribución y en la mayoría de casos, está modelado por una expresión matemática.	Esta variable se puede dimensionar en 3 factores: función objetivo, restricciones y rango de existencias.	Función objetivo	$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$	Razón
			Restricciones	$Z = A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n$	Razón
			Rango de existencia	$X_j \geq 0, \text{ donde } j = 1, 2, n \dots$	Razón
Variable dependiente: Costos operativos	Nwatu, Chukwuemeka y Andrew (2020) señalan que son	Los costos operativos se pueden dimensionar	Costos fijos	$\sum \text{Costos fijos}$	Razón

	<p>todos los costos que están relacionados e incurren en el desarrollo de cualquier proceso de producción, o toda actividad de trabajo para la fabricación de algún producto, además, se agregan las rutas de distribución, así como los costos logísticos</p>	<p>en dos componentes: costos fijos y costos variables</p>	<p>Costos variables</p>	$CV = CV_u * Q$	<p>Razón</p>
--	--	--	-------------------------	-----------------	--------------

Anexo 2. Matriz de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Fases de estudio	Fuentes de información	Técnicas	Instrumentos	Tratamiento / proceso	Resultados esperados
Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022.	Área de logística	Observación directa  Análisis documental	Ficha de aplicación del algoritmo Clarke y Wright y reporte detallado de recorrido  Formatos de recolección de datos (Historial de kilometrajes recorridos, utilización de combustible, utilización de neumáticos, costos de mantenimiento, costos variables de transporte)	Extracción de información	Diagnóstico de la situación inicial de la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022.
Determinar la búsqueda de la ruta óptima para la distribución de	Área de logística	Observación directa	Ficha de aplicación del algoritmo Clarke y Wright	Extracción de información	Incorporación del algoritmo para hallar la ruta



<p>material en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022.</p>					<p>optima para el transporte de la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022.</p>
<p>Contrastar los resultados obtenidos entre la situación actual de la empresa y los encontrados post aplicación de la ruta óptima en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022.</p>	<p>Área de logística.</p>	<p>Análisis documental</p>	<p>Formatos de recolección de datos (Reporte de kilometrajes recorridos, utilización de combustible, utilización de neumáticos, costos de mantenimiento, costos variables de transporte) y reporte detallado de recorrido</p>	<p>Extracción de información</p>	<p>Contraste de los costos operativos en la empresa Transportes Leomar EIRL, 2022</p>

### Anexo 3. Carta de aceptación de la empresa

#### SOLICITUD

Pacasmayo, 04 de abril del 2022

Presente. -

Sra. Juana Emilia Azcarate Fiestas

Ante todo, reciba un cordial saludo y a la vez solicitamos permiso para utilizar el nombre de su representada TRANSPORTES LEOMAR EIRL para poder acceder a la información necesaria para la elaboración, desarrollo y sustento de nuestro proyecto de investigación "Optimización de rutas de transporte para la reducción de costos operativos en la empresa Transportes Leomar EIRL, Pacasmayo, La Libertad, Perú 2022" de la escuela profesional de Ingeniería Industrial.

#### CURSO:

Desarrollo de Proyecto de Investigación

#### DOCENTE:

Medina Sánchez, Carlos Lenin

#### INTEGRANTES:

De la Cruz Jave, Clementina Jamileth

Rodríguez Esteves, Laurita Anabelén

TRANSPORTES LEOMAR EIRL.  
  
.....  
Juana Emilia Azcarate Fiestas  
GERENTE GENERAL

---

RUC 20523677510

## Anexo 4. Validaciones de expertos

- Primer validador

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Validación de instrumentos que mide la seguridad y salud en el trabajo.

Nº	Variable /Dimensiones/ Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Aplicable		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Dimensión 1</b>							
1	<i>Funcion objetivo</i> $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$	X		X		X		
2	<i>Restricciones</i> $= A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n$ $X_j \geq 0$ , donde $j = 1, 2, n \dots$	X		X		X		
	<b>Dimensión 2</b>							
3	$\Sigma$ Costos Fijos	X		X		X		
4	<i>Costos variables</i> $= CVu * Q$	X		X		X		

Procede su aplicación.	X
Procede su aplicación previo levantamiento de las observaciones que se adjuntan.	
No procede su aplicación.	

OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

02 DE DICIEMBRE DEL 2022	46704008	 Guillermo Segundo Miñán Olivos ING. INDUSTRIAL R. CIP. N° 215311	MAESTRÍA	968028009
Lugar y fecha	DNI. Nº	Firma y sello del experto	Especialidad	Teléfono

- Segundo validador

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Validación de instrumentos que mide la seguridad y salud en el trabajo.

N°	Variable /Dimensiones/ Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Aplicable		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1							
1	Funcion objetivo $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$	X		X		X		
2	Restricciones = $A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n$ $X_j \geq 0$ , donde $j = 1, 2, n \dots$	X		X		X		
	Dimensión 2	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$\Sigma$ Costos Fijos	X		X		X		
4	Costos variables = $CVu + Q$	X		X		X		

Procede su aplicación.	X
Procede su aplicación previo levantamiento de las observaciones que se adjuntan.	
No procede su aplicación.	

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: \_\_\_\_\_

02 DE DICIEMBRE DEL 2022	74606887	 ROSALES LOZANO YHOMIRA AZUCENA INGENIERA INDUSTRIAL CIP N° 244917	MAESTRÍA	901801013
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Especialidad	Teléfono

- Tercer validador

**Validación de instrumentos que mide la seguridad y salud en el trabajo.**

Nº	Variable /Dimensiones/ Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Aplicable		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Dimensión 1</b>							
1	$Función\ objetivo = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$							
2	$Restricciones = A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n$							
	$X_j \geq 0, donde\ j = 1, 2, n \dots$							
	<b>Dimensión 2</b>							
3	$\Sigma\ Costos\ Fijos$							
4	$cv = Cvu * Q$							

Procede su aplicación.	<b>X</b>
Procede su aplicación previa levantamiento de las observaciones que se adjuntan.	
No procede su aplicación.	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

02 DE DICIEMBRE DEL 2022	19223300	 Luis Edgardo Cruz Salinas Mg. INGENIERO R. C.P. N° 224484	MAESTRÍA	965790165
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Especialidad	Teléfono

Anexo 5. Instrumentos

Formato de recorrido

Kilometraje	Vehiculos							
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Total								
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Km. Inicial								
Km. Final								
Recorrido								
Total								

Formato de consumo de combustible

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo del combustible</b>
<b>Total</b>		

Formato consumo de neumáticos

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo de neumáticos X km. recorrido</b>
<b>Total</b>		

Formato costos de mantenimiento

<b>Semanas</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Costo de mantenimiento X km. recorrido</b>

<b>Total</b>		

Formato para costos operativos

<b>Costos operativos</b>			
<b>Mes</b>	<b>Costos fijos</b>	<b>Costos variables</b>	<b>Total</b>
<b>Total</b>			





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CARLOS LENIN MEDINA SANCHEZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis Completa titulada: "

Optimización de rutas de transporte para la reducción de costos operativos en la empresa TRANSPORTES LEOMAR EIRL, Pacasmayo, La Libertad, Perú 2022

", cuyos autores son RODRIGUEZ ESTEVES LAURITA ANABELEN, DE LA CRUZ JAVE CLEMENTINA JAMILETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHEPÉN, 15 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CARLOS LENIN MEDINA SANCHEZ <b>DNI:</b> 09521701 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0811-6078	Firmado electrónicamente por: CLMEDINASA el 20- 12-2022 20:44:48

Código documento Trilce: TRI - 0489038