



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE, EN
LIDERSER- LOGÍSTICA INTEGRAL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

AUTOR: CHECA DIAZ JONATHAN DAVID

TUTOR: ESTUARDO JOSAFAT CORREA ZAPATA

Quito-Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Jonathan David Checa Diaz con documento de identificación N° 1723405674; manifestando que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de febrero de 2025



Jonathan David Checa Diaz

1723405674

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Jonathan David Checa Diaz con documento de identificación N.º 1723405674, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Proyecto Técnico: "PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE, EN LIDERSER-LOGÍSTICA INTEGRAL", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que se hace la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de febrero de 2025

Atentamente,



Jonathan David Checa Diaz

1723405674

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Estuardo Josafat Correa Zapata con documento de identificación N.º 1708183304, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE, EN LIDERSER - LOGÍSTICA INTEGRAL, realizado por Jonathan David Checa Diaz con documento de identificación N.º 1723405674, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de febrero de 2025

Atentamente,



Ing. Estuardo Josafat Correa Zapata

Carta de Autorización para la Publicación y Divulgación de Resultados

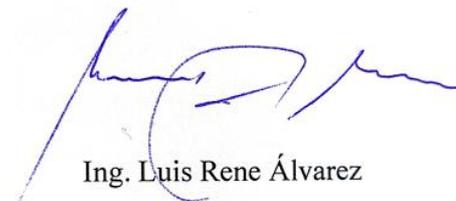
Quito, 12 de marzo del 2025

De nuestra consideración,

Por medio de la presente, LIDERSER - LOGÍSTICA INTEGRAL, representada por **Luis Rene Álvarez** representante legal , en calidad de **Gerente General**, autoriza al estudiante **Jonathan David Checa Diaz**, con numero de cedula **1723405674**, de la Universidad Politécnica Salesiana, carrera de ingeniería industrial, publicar y divulgar los resultados obtenidos en su trabajo de titulación titulado "PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE, EN LIDERSER - LOGÍSTICA INTEGRAL" en el Repositorio Institucional de la universidad, el cual es de acceso abierto al público.

Esta autorización se concede con el fin de contribuir al desarrollo académico y profesional, permitiendo el acceso a la información generada en esta investigación.

Atentamente,



Ing. Luis Rene Álvarez
Gerente General

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicarlo principalmente a mis padres, Marcelo Checa y Fanny Díaz, por su motivación incondicional, su amor infinito y los sacrificios que han realizado para apoyarme en cada etapa de mi vida académica.

A mi hermano, Daniel Checa, quien ha sido un pilar fundamental durante la elaboración de este trabajo y en general en mi vida. Sus palabras de aliento y constante motivación han sido clave para que pueda culminar este proyecto.

A mis abuelitos, Germán Checa y Gloria Padilla, quienes siempre han estado presentes brindándome su cariño y apoyo durante todo mi recorrido universitario. Y a mis abuelitos que ya no están conmigo, Eduardo Díaz y Delia Álvarez, quienes, aunque no pudieron ver este logro académico, sé que habrían sido parte importante de este proceso y me habrían acompañado con orgullo.

A María del Carmen Torres, quien ha sido mi mayor apoyo durante toda esta etapa universitaria. Con su amor, comprensión y motivación constante, he logrado alcanzar este importante logro académico.

Finalmente, dedico este trabajo a todos mis amigos y seres queridos que, de una u otra manera, me han apoyado y ayudado a lo largo de esta etapa universitaria. Su presencia y respaldo han sido fundamentales para que hoy pueda celebrar este logro.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer principalmente a Dios por permitirme cumplir con este logro académico, ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida universitaria.

Agradecer a mis padres Marcelo Checa quien ha sido mi ejemplo para seguir dentro de la vida y Fanny Diaz quien me ha demostrado que con esfuerzo se consiguen grandes cosas. Gracias por siempre acompañarme dentro de este camino. A mi hermano Daniel Checa que siempre me motivo a la culminación de esta etapa, con sus palabras de aliento, motivación. A mi mascota Dakila que siempre me acompañó en las madrugadas para no sentirme solo.

A mis abuelitos German Checa y Gloria Padilla que siempre se han mostrado su apoyo y preocupación por mí en toda mi vida universitaria, gracias por siempre estar junto a mí.

A Maria del Carmen Torres ha sido fundamental en mi vida dentro y fuera de la universidad, con su apoyo incondicional, comprensión y amor han sido fundamentales en todo este proceso universitario, voy a estar agradecido toda la vida.

Quiero agradecer de manera especial a la carrera de Ingeniería Industrial, principalmente a mi tutor el Ing Estuardo Correa quien me ayudo dentro de todo este proceso, siempre motivándome y brindando su conocimiento para culminar con este logro académico.

A mis amigos de toda la vida: Gabriel Guerrero, Juan Pablo Salazar, Juan Manuel Galarza y José Andrés Cheverría, quienes han estado presentes por más de 10 años, acompañándome y siendo una parte esencial de mi vida. A mis seres queridos los cuales se mostraron preocupados en todo este proceso muchas gracias.

Agradecer a la empresa Lidenser- Logística Integral y de manera especial a Luis Álvarez que me permitieron realizar esta propuesta dentro de su compañía, muchas gracias por la confianza.

De igual forma agradecer a todas las personas que fueron parte de este proceso universitario, amigos y docentes los cuales me han motivado y ayudado a la culminación de este proceso en mi vida. A todas las personas que confiaron en mí y siempre me motivaron a seguir adelante, a todos ustedes muchas gracias.

Índice General

PORTADA	i
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
Índice de tablas	xi
Índice de Figuras	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA DE ESTUDIO	2
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVO ESPECIFICO	3
Capítulo I Marco teórico.	4
1.1. Contexto de Liderser Logística Integral.....	4
1.1.1. Descripción de la empresa	4
1.1.2. Misión.....	4
1.1.3. Visión.....	4
1.1.4. Operación en Liderser	5
1.2. Mercado y clientes	5
1.2.1. Perspectivas y Retos futuros	6
1.2.2. Fundamentos de Logística y Transporte.....	7
1.3. Logística	8

1.3.1.	<i>La Logística en el Ecuador</i>	9
1.3.2.	<i>Conceptos básicos de Logística</i>	11
1.3.3.	<i>Cadena de Suministro o cadena de valor (Suplpy Chain)</i>	11
1.3.4.	<i>Logística Verde</i>	11
1.3.5.	<i>Logística Inversa</i>	11
1.3.6.	<i>La intralogística</i>	12
1.4.	Transporte.....	12
1.4.1.	<i>Tipos de transporte</i>	13
1.5.	Costos asociados a la gestión Logística y del Transporte	14
1.6.	Factores que influyen en sistemas de Logística y el Transporte	15
1.7.	La industria 4.0 en la Logística	17
1.7.1.	<i>La logística 4.0 y sus herramientas</i>	17
1.7.2.	<i>Warehouse Management (WMS)</i>	18
1.7.3.	<i>Internet de las cosas IoT</i>	18
1.7.4.	<i>Plataformas de gestión de transporte TMS</i>	19
Capitulo II Metodología.....		20
2.1.	Tipos de investigación.....	20
2.1.1.	<i>Investigación Bibliográfica</i>	21
2.1.2.	<i>Investigación Descriptiva</i>	21
2.1.3.	<i>Investigación Explicativa</i>	22
2.1.4.	<i>Investigación Experimental</i>	22
2.1.5.	<i>Investigación Aplicada</i>	23
2.2.	Métodos de investigación.....	23
2.2.1.	<i>Método cualitativo</i>	24
2.2.2.	<i>Método cuantitativo</i>	25
2.2.3.	<i>Método inductivo</i>	25
2.2.4.	<i>Método deductivo</i>	26
2.2.5.	<i>Método descriptivo</i>	26
2.2.6.	<i>Método analítico</i>	27
2.3.	Fuentes de información	28
2.3.1.	<i>Fuentes de información Primarias</i>	28
2.3.2.	<i>Fuentes de información Secundarias</i>	28
2.4.	Análisis de Lidereser logística integral	29

2.4.1.	<i>Problema</i>	29
2.5.	Algoritmos.....	30
2.5.1.	<i>Algoritmo de Dijkstra</i>	31
2.6.	TMS y softwares	31
2.6.1.	<i>Tipos de softwares</i>	32
2.6.2.	<i>FlexSim</i>	33
2.6.3.	<i>Solver</i>	33
Capitulo III Propuesta en LiderSer Logística Integral		35
3.1.	Datos iniciales de las rutas	35
3.2.	Planificación y Optimización de rutas	39
3.2.1.	<i>Parque Industrial Calacalí Park</i>	41
3.2.2.	<i>Itulpark</i>	42
3.2.3.	<i>Parque Industrial del Sur</i>	43
3.3.	Algoritmo de DJIKSTRA.....	48
3.4.	Solver en la optimización de rutas.	50
3.5.	Optimización en Distancias (Km) y en Tiempo (minutos)	51
3.6.	Optimización en Combustible (monetario).	55
3.7.	Simulación de Rutas.....	58
3.8.	Validación de simulación	62
3.9.	Discusión de Resultados.....	68
CONCLUSIONES.....		69
RECOMENDACIONES.....		70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		71

Índice de tablas

Tabla 1 Tiempos y kilómetros hacia Alóag	45
Tabla 2 Tiempos y Kilómetros hacia San Miguel de los Bancos	45
Tabla 3 Análisis de datos de Diesel	56

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa conceptual de servicios Liderser.....	5
Figura 2 Grafico de Operación de Liderser.....	6
Figura 3 Mapa carretero del Ecuador 1925 [7]	10
Figura 4 Factores internos de logística.....	16
Figura 5 Factores externos logística.....	17
Figura 6 Algoritmo Dijkstra [34]	31
Figura 7 Ruta A Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil. (Liderser)	36
Figura 8 Ruta B Los Bancos- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil. (Liderser)	37
Figura 9 Ruta C Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil. (Liderser)	37
Figura 10 Ruta D Alóag- Guaranda- Babahoyo- Guayaquil. (Liderser).....	38
Figura 11 Mapa del Distrito Metropolitano de Quito [38].....	40
Figura 12 Parque Industrial Calacali Park hacia Alóag (Maps 2024).....	41
Figura 13 Parque Industrial Calacali Park hacia San Miguel de los Bancos (Maps 2024).....	42
Figura 14 Itulpark hacia Alóag (Maps 2024)	42
Figura 15 Itulpark hacia San Miguel de los Bancos (Maps 2024)	43
Figura 16 Parque Industrial del Sur a hacia Alóag (Maps 2024)	44
Figura 17 Parque Industrial del Sur hacia San Miguel de los Bancos (Maps 2024).....	44
Figura 18 Datos finales sobre las Rutas A-B-C-D desde Calacali Park.....	46
Figura 19 Datos finales sobre las Rutas A-B-C-D desde Itulpark	47
Figura 20 Datos finales sobre las Rutas A-B-C-D desde Parque Industrial del Sur	47
Figura 21 Algoritmo DJIKSTRA de Calacali Park.....	48
Figura 22 Algoritmo DJIKSTRA desde Itulpark	49
Figura 23 Algoritmo DJIKSTRA desde Parque Industrial del Sur	49
Figura 24 Tabla de mejora vacía	50
Figura 25 Restricciones de la tabla de mejora	51
Figura 26 Optimización de rutas en kilómetros desde Calacali Park.....	52
Figura 27 Optimización de rutas en minutos desde Calacali Park.....	52
Figura 28 Optimización de rutas en kilómetros desde Itulpark	53
Figura 29 Optimización de rutas en minutos desde Itulpark.....	54
Figura 30 Optimización de rutas en kilómetros desde Parque industrial del Sur	55
Figura 31 Optimización de rutas en minutos desde Parque industrial del Sur.....	55

Figura 32 Gasto de combustible desde Calacali	56
Figura 33 Gasto de combustible desde Itulpark.....	57
Figura 34 Gasto de combustible desde Parque Industrial del Sur.....	58
Figura 35 Simulación de la Ruta “A” desde Calacali Park.....	59
Figura 36 Simulación de la Ruta “C” desde Calacali Park.....	60
Figura 37 Simulación de la Ruta “A” desde Itulpark.....	61
Figura 38 Simulación de la Ruta “C” desde Itulpark.....	61
Figura 39 Simulación de la Ruta “A” desde Parque Industrial del Sur	62
Figura 40 Simulación de la Ruta “C” desde Parque Industrial del Sur.....	62
Figura 41 Simulación de la Ruta “A” de todos los sectores industriales	63
Figura 42 Distancia recorrida de la ruta “A” de todos los sectores industriales.....	63
Figura 43 Distancia recorrida por hora desde Calacali Park “A”	64
Figura 44 Distancia recorrida por hora desde Itulpark “A”	64
Figura 45 Distancia recorrida por hora desde el Parque Industrial Sur “A”	64
<i>Figura 46</i> <i>Distancia recorrida por hora de todos los sectores industriales “A”</i>	<i>65</i>
Figura 47 Simulación de la Ruta “C” de todos los sectores industriales	65
<i>Figura 48</i> <i>Distancia recorrida de la ruta “C” de todos los sectores industriales</i>	<i>66</i>
Figura 49 Distancia recorrida por hora desde Calacali Park “C”	66
Figura 50 Distancia recorrida por hora desde Itulpark “C”	67
Figura 51 Distancia recorrida por hora desde el Parque Industrial Sur “C” (autoría propia) .	67
Figura 52 Distancia recorrida por hora de todos los sectores industriales “C”	67

RESUMEN

El trabajo de titulación se centró en la mejora de la eficiencia logística de Liderser-Logística Integral, una empresa dedicada a la intermediación en actividades de transporte. La justificación de este estudio se basa en la necesidad de optimizar las rutas de transporte para reducir los costos operativos y mejorar los tiempos de entrega, aspectos clave para mantener la competitividad en el sector logístico. Al no contar con una planificación eficiente de las rutas, la empresa enfrentaba altos costos derivados de recorridos innecesarios y tiempos de espera prolongados, lo que afectaba tanto su rentabilidad como la satisfacción de los clientes.

El análisis y la optimización de las rutas de transporte resultaron fundamentales para mejorar la utilización de la flota de vehículos, lo que se traduce directamente en una mejor distribución de los recursos y una reducción de la huella de carbono. La implementación de técnicas como Solver y el algoritmo de Dijkstra permitió modelar rutas más eficientes, mientras que el uso de Flexsim contribuyó a validar estas soluciones mediante simulaciones, asegurando que fueran viables en condiciones operativas reales.

Este enfoque no solo resolvió problemas inmediatos relacionados con la optimización de rutas, sino que también sentó las bases para futuras mejoras en la eficiencia operativa de la empresa, estableciendo un marco aplicable a otras organizaciones dentro del sector logístico. La investigación proporcionó, así, soluciones prácticas que contribuyen a la reducción de costos y la mejora continua de los procesos logísticos.

Palabras clave: *Liderser, rutas de transporte, optimización, Flexsim*

ABSTRACT

The thesis focused on improving the logistical efficiency of Lideser-Logística Integral, a company dedicated to intermediary transport activities. The justification for this study lies in the need to optimize transport routes to reduce operational costs and improve delivery times, key factors for maintaining competitiveness in the logistics sector. Without efficient route planning, the company faced high costs from unnecessary detours and extended wait times, which affected both profitability and customer satisfaction.

The analysis and optimization of transport routes were critical for enhancing the fleet's utilization, leading to better resource distribution and a reduction in the carbon footprint. The implementation of techniques such as Solver and the Dijkstra algorithm allowed for modeling more efficient routes, while the use of FlexSim helped validate these solutions through simulations, ensuring their feasibility under real operational conditions.

This approach not only solved immediate issues related to route optimization but also laid the groundwork for future improvements in the company's operational efficiency, establishing a framework that can be applied to other organizations within the logistics sector. The research thus provided practical solutions that contribute to cost reduction and the continuous improvement of logistical processes.

Keywords: *Lideser, transport routes, optimization, Flexsim*

INTRODUCCIÓN

La eficiencia logística es un aspecto crucial en el sector del transporte, ya que influye directamente en la rentabilidad de las empresas y en la satisfacción de los clientes. En el contexto de Lideser-Logística Integral, una empresa ecuatoriana dedicada a la intermediación en actividades de transporte, los problemas derivados de una planificación ineficiente de rutas han generado altos costos operativos y tiempos de entrega prolongados. Estas deficiencias no solo afectan el rendimiento económico de la empresa, sino también su capacidad para ofrecer un servicio competitivo y de calidad en el mercado.

La logística de transporte juega un papel esencial en la cadena de suministro de las empresas, ya que una mala gestión de las rutas puede aumentar considerablemente los costos de combustible, el desgaste de los vehículos y los tiempos de espera en el proceso de distribución. Por lo tanto, es fundamental contar con un sistema eficiente que permita optimizar las rutas de transporte, reduciendo los trayectos innecesarios y mejorando los tiempos de entrega. La optimización de rutas no solo contribuye a la reducción de costos, sino también a la mejora del desempeño general de la flota, lo que permite un uso más racional de los recursos disponibles y un impacto positivo en la sostenibilidad de la empresa.

Este trabajo de titulación se enfoca en la implementación de un modelo de optimización de rutas utilizando herramientas avanzadas, como el algoritmo de Dijkstra y la herramienta Solver. Estas técnicas permiten modelar rutas más eficientes y minimizar los costos operativos. Además, se incorpora el uso de Flexsim para simular las soluciones propuestas, evaluando su aplicabilidad en condiciones operativas reales.

El propósito de este estudio no es solo resolver los problemas inmediatos relacionados con las rutas de transporte, sino también establecer un marco para la implementación de mejoras a largo plazo que puedan ser aplicadas en otras empresas dentro del sector logístico. En este sentido, la investigación proporciona soluciones prácticas y aplicables que no solo favorecen la rentabilidad de Lideser, sino que también promueven la mejora de la competitividad en el sector logístico a nivel local.

PROBLEMA DE ESTUDIO

Liderser- Logística integral es una empresa la cual se dedica a realizar el servicio de todo lo que conlleva la logística, se conoce como logística a la gestión eficaz tanto de recursos, productos e información a lo largo de la cadena de suministro, esto con el objetivo de que lo solicitado llegue al lugar correcto en el momento solicitado y en las mejores condiciones posibles cumpliendo con los requisitos del cliente, Liderser actúa como un intermediario entre las actividades logísticas entre los clientes, para ello cuenta con una flota de camiones, los cuales recorren el país para cumplir con los requisitos del cliente y en el tiempo establecido, para ello se centra en una planificación adecuada de las rutas de transporte, esto puede abarcar desde el mapeo de las rutas de transporte hasta poder delimitar las paradas apropiadas para los conductores, esto con el fin de optimizar la eficiencia, de las operaciones y dar una mayor satisfacción al cliente además de la ventaja de reducir los costos y mejorar la puntualidad de las entregas, por ello se busca esta propuesta.

JUSTIFICACIÓN

Al ser Liderser-Logística integral un intermediario entre clientes busca siempre lograr una satisfacción por ello el presente trabajo propone analizar y desarrollar una buena planificación de las rutas de transporte analizando las rutas más apropiadas para los vehículos de la organización, llegando a la reducción de costos asociados y mejorar la eficiencia de sus recursos, estos desafíos impactan directamente en dentro de la organización y su desempeño, así como mejorar la experiencia del cliente y posicionarse mejor dentro del mercado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Proponer una planificación adecuada sobre las rutas de transporte en Liderser- Logística integral, mediante el estudio y análisis de las rutas para lograr optimizar la eficiencia operativa dentro de la empresa Liderser.

OBJETIVO ESPECIFICO.

- Estudiar y analizar las rutas de transporte actuales en la empresa Liderser, mediante la recolección de datos históricos, para poder conocer el contexto actual de la organización en la planificación de rutas y buscar áreas de mejora.
- Investigar una propuesta de planificación de rutas de transporte eficiente para Liderser- Logística integral, aplicando técnicas de optimización del tiempo y reducción de costos asociados.
- Comparar los resultados obtenidos de las rutas de transporte, mediante el análisis de los resultados históricos de la empresa y los resultados obtenidos de la investigación, para lograr una optimización en los tiempos de entrega y una reducción de costos, así como una mejor utilización de la flota de vehículos.

Capítulo I Marco teórico.

1.1.Contexto de Liderser Logística Integral.

1.1.1. Descripción de la empresa

Con su experiencia de más de 18 años dentro del mercado ecuatoriano en el área logística Liderser se destaca por su capacidad de ofrecer soluciones específicas para cada uno de sus clientes, esto de manera personalizada llegando a gestionar desde el manejo de la carga a su distribución final.

Fundada en el año de 2005 Liderser es una empresa de las más importantes dentro de lo que es logística, Liderser llega a ser una de las agencias aduaneras más importantes del país llegando a cumplir con los requisitos necesarios para obtener acreditaciones importantes las cuales realzan el nombre de la empresa.

Entre las acreditaciones internacionales que ha obtenido Liderser, destaca especialmente la norma ISO 9001, menciona López Oscar [1]esta norma es muy importante para las empresas, impulsando un desarrollo de nuevas prácticas dentro de sus procesos, buscando las áreas a mejorar dentro de las organizaciones y logrando una gestión adecuada de la calidad.

Dentro del marco de las acreditaciones internacionales, la norma ISO 9001 desempeña un papel fundamental en Liderser. Su función principal es asegurar que no solo cumpla con los requerimientos del cliente, sino que también se comprometa a mejorar continuamente su satisfacción. Al adoptar esta norma, Liderser refuerza su dedicación a la calidad y la excelencia en sus servicios.

1.1.2. Misión

“Brindar soluciones logísticas integrales con profesionalismo, confiabilidad y seguridad en los servicios. Creamos opciones para que nuestros clientes vayan cada vez más lejos, rompiendo fronteras y poniendo el mundo en sus manos.”

1.1.3. Visión

“Liderar los servicios logísticos integrales de comercio exterior y ser el principal vínculo entre los mercados internacionales y el cliente.”

1.1.4. Operación en Liderset

Liderset-Logística Integral se dedica a proporcionar soluciones logísticas que incluyen transporte, distribución y gestión aduanera. Su operación se centra en el movimiento eficiente y seguro de mercancías, actuando como intermediario entre sus clientes y todas las partes involucradas en su cadena de abastecimiento. La empresa se encarga de coordinar el proceso logístico, asegurando la calidad de los productos y su entrega en las fechas estimadas su destino en el tiempo estipulado y en condiciones óptimas.

Liderset, funciona como agente aduanero brindando ayuda y asesoramiento a diferentes empresas que contraten sus servicios, entre las opciones más importantes que ofrece a sus clientes se pueden mencionar las siguientes:



Figura 1 Mapa conceptual de servicios Liderset

Con una flota amplia de camiones y conductores en la empresa, con ella se enfrenta a desafíos significativos en la gestión adecuada de sus rutas de transporte. Estos desafíos impactan directamente en la eficiencia de la organización, los costos, cumplimiento con el cliente y su posición dentro del mercado.

1.2. Mercado y clientes

Liderset Logística integral es una de las empresas más importantes dedicadas al transporte de mercancías y productos dentro del territorio ecuatoriano, y desea ampliar su potencial con nuevos clientes y oportunidades dentro del mercado nacional e internacional.

Su actividad principal trata de un correcto manejo del transporte, distribución y servicios aduaneros a nivel nacional. Su actividad comercial consiste en actuar como intermediario entre

empresas de diversos sectores facilitando el movimiento de lo requerido por el cliente desde el punto de partida hasta su punto de llegada

Entre sus principales clientes dentro de las operaciones más actuales de Liderser se encuentran, registrados en el siguiente listado.

- CHOVA
- IDEAL ALAMBREK
- INGESA
- CODIEMPAQUES

Sabiendo el portafolio de clientes que maneja Liderser Logística integral, se evidencia que cuenta con una amplia variedad de clientes lo cual refleja una amplia capacidad de la empresa en poder brindar soluciones óptimas que atiendan lo solicitado, manteniendo la satisfacción del usuario que opte por su servicio, llegando a tener una continua expansión dentro del mercado ecuatoriano. Se muestra en la **Figura 2** un resumen de la operación de Liderser.

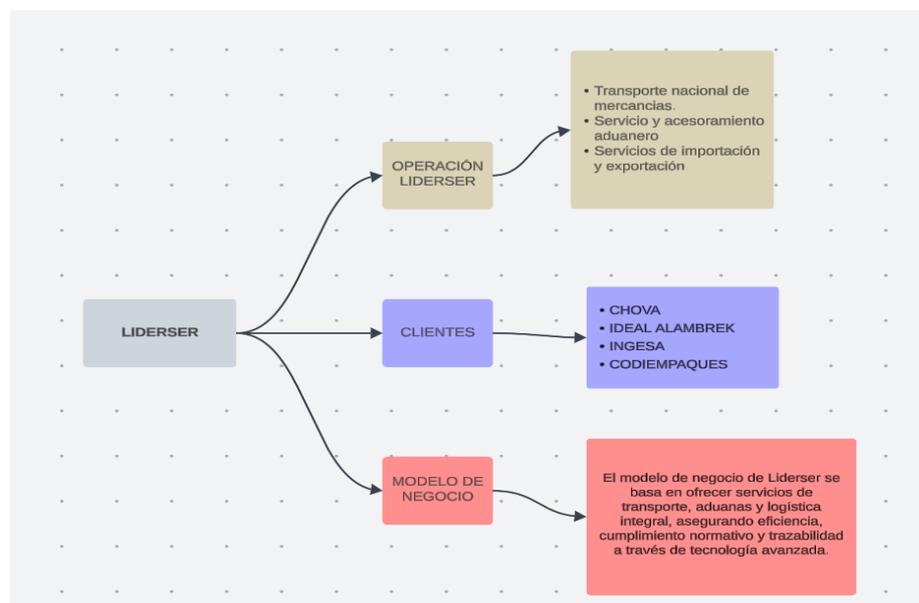


Figura 2 Grafico de Operación de Liderser

1.2.1. Perspectivas y Retos futuros

Con el avance continuo de la tecnología las empresas día con día se enfrentan a nuevas perspectivas y nuevos retos para mantener su posición dentro del mercado, esto con la constante

innovación de herramientas tecnológicas y nuevos sistemas utilizados para mejorar su funcionamiento.

Actualmente estamos viviendo en un proceso de adopción de nuevas tecnologías denominado como la industria 4.0, los autores [2] resaltan, que la capacidad de innovación que llega a tener una empresa va a depender netamente de las empresas, principalmente de su departamento tecnológico o de desarrollo de las nuevas tecnologías esto con el fin de llegar a tener una ventaja competitiva en relación con las otras empresas y un mejor posicionamiento dentro del mercado.

En un futuro Lidereser debe enfocarse en aplicar nuevas tecnologías, Ortiz A, Rocha L [3] nos resalta dentro de su caso de estudio que es posible la utilización de métodos y algoritmos para lograr mejorar la distribución de rutas, esto mediante diferentes técnicas de ciencias de datos.

1.2.2. Fundamentos de Logística y Transporte.

La logística y el transporte llegan a ser pilares fundamentales en la gestión eficiente de rutas de transporte, al estar en un entorno día a día más globalizado las empresas buscan cumplir sus responsabilidades de satisfacer a los clientes y cumplir con sus demandas, en muchas de estas demandas están involucrados los avances tecnológicos los cuales ayudan a brindar una mejor experiencia al cliente en la gestión logística, así como su transporte al punto acordado.

Según Barrutia Barreto [4], “Las nuevas tecnologías de información y comunicación tienen como fin reducir los costos mejorando además los tiempos de espera durante la cadena de suministros, disminuyendo además en costos de transporte y otras pérdidas” esto nos da una visión de cómo está siendo enfocada la logística y transporte dentro de un futuro, con el fin de eliminar costos asociados, a la distribución de productos.

Además, la interrelación de estos pilares es crucial dentro de la gestión eficiente de rutas, inventarios y optimización de recursos, áreas donde es crucial mantener una innovación continua, para mantener una eficacia operativa dentro de la organización. En este apartado, se abordarán los conceptos clave de la logística y el transporte, incluyendo su evolución, principios fundamentales, y su impacto dentro de las organizaciones.

1.3. Logística

Dentro de cualquier tipo de operación comercial, influye lo que es la logística, esto abarca desde el transporte de productos, almacenamiento y diferentes tipos de ámbitos, como son el manejo de inventarios, planificación de la cadena de valor y distribución de lo requerido por la empresa o clientes, estos procesos están diseñados para optimizar la distribución de mercancías de esta manera lograr con los objetivos propuestos con el cliente y sus requerimientos cuales buscan mejorar la distribución de objetos que son utilizados para un fin comercial.

Nos resalta Calva Franklin, Moran Eduardo, Pacheco Jhony, Castillo Erick, y Vásquez Alexandra [5], que la logística es una ciencia la cual estudia la gestión de movimientos y acciones de los procesos, estos procesos suelen ser de: almacenamiento, abastecimiento, movimiento o conservación, y distribución de materiales. En forma general la logística se basa en planificar, controlar y mejorar de manera eficiente el flujo de bienes o información en la cadena de valor o abastecimiento de cualquier industria, empresa u organización, desde el origen hasta el punto final más, conocido como el punto de consumo, el cual satisfaga al consumidor o comprador.

La logística con el pasar del tiempo ha experimentado cambios positivos en su gestión en las necesidades de transporte de las diferentes épocas, se han desarrollado nuevas herramientas las cuales permiten poder gestionar de manera más adecuada la planificación de rutas, de esta manera se logra una mejora de las actividades de transporte de los productos y reducción de tiempos y costos asociados.

Se menciona [6], de las épocas importantes donde han ocurrido, cambios grandes dentro de la logística, en el año 1986 se definió de lo que trata un proceso logístico “el proceso de planificación, implementación y control de manera eficiente y efectiva del flujo y almacenamiento de materias primas, inventario en curso y bienes acabados, así como los flujos de información relacionados desde el punto de origen hasta el punto de consumo con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes.”, en los años noventa menciona que un proceso logístico se definía como “el proceso que consiste en gestionar estratégicamente la obtención, el movimiento y el almacenamiento de materias primas, componentes y productos terminados”, actualmente en el siglo veintiuno un proceso logístico se define como “responsabilidad de diseñar y administrar sistemas para controlar movimientos y posicionamientos geográficos de materias primas”.

La evolución de los procesos logísticos con el pasar de los años ha permitido crear, desarrollar e implementar nuevos métodos los cuales han ayudado a que las empresas mejoren significativamente sus operaciones, optimizando en áreas de almacenamiento, rutas y transporte y entrega de lo requerido. Este desarrollo ha fortalecido la gestión interna y externa de los procesos, respondiendo de manera ágil las necesidades de los clientes. Así la logística será un proceso en constante evolución y cambio evolucionando a la par de las nuevas tecnologías esto con el fin de mantener una mejora continua.

1.3.1. La Logística en el Ecuador

En el Ecuador un área estratégica del comercio son sus puertos, y siempre ha existido la idea de organizar y planificar los sistemas de transportes de los productos comerciales de tal manera que lleguen a sus diferentes destinos a tiempo y en buenas condiciones, esto se ha conseguido solamente en partes, puesto que aún existen retrasos y problemas en la distribución de productos lo cual ocasiona retraso en las actividades comerciales en general.

Del artículo referido de Caspa Pacheco Nigel Abraham [7], señala que en el año de 1924 en el Ecuador no existían más de 440 kilómetros de carreteras transitables en todo el año de las cuales se podían transitar solamente 120 kilómetros en época seca y existían 356 kilómetros en construcción, y no existía una planificación de construcción de rutas para el año 1925, por ende en esos años la logística era sumamente difícil de lograr de manera terrestre, por eso el medio principal por donde se realizaba la intervención logística en el país era por los puertos y de una manera limitada.



Figura 3 Mapa carretero del Ecuador 1925 [7]

“Antes de la década de 1950, la logística se planteaba únicamente en términos militares. La palabra logística tenía que ver con la adquisición, el mantenimiento y transporte de instalaciones, el material y el personal militar. La organización de la empresa en torno a las actividades logísticas era fragmentada, inconexa y, por lo tanto, suboptimizada.” Trabajo citado de Argüelles Martínez M, Gomis López J [6].

El concepto de logística se comienza a considerar como una actividad dentro de las empresas a partir de los años ochenta, siendo esta una diferenciadora entre las principales empresas del país, las empresas que adoptaron esta práctica obtuvieron ventajas competitivas dentro del mercado nacional y se lograron posicionar a nivel internacional.

En la actualidad, la logística en Ecuador se caracteriza por un entorno dinámico que combina desafíos y oportunidades, impulsados por la globalización, el crecimiento de las empresas, la implementación de nuevas tecnologías, así como la necesidad modernizar la infraestructura de transporte. A pesar de los avances en la conectividad de puertos y carreteras, el país aún enfrenta retos relacionados con la calidad de sus vías y la interconexión entre regiones.

La adopción de soluciones tecnológicas y transformación de manera digital han permitido a las empresas mejorar la eficiencia del manejo de rutas, y mejora dentro de los inventarios

respondiendo así a la demanda de entregas rápidas y eficientes. Asimismo, la sostenibilidad ha cobrado importancia, llevando a que las empresas adopten prácticas medioambientales para reducir su impacto ambiental. Sin embargo, la competitividad en un mercado globalizado y las fluctuaciones en los costos operativos continúan siendo desafíos que requieren innovación constante e inversión en infraestructura para fortalecer el sector logístico ecuatoriano.

1.3.2. Conceptos básicos de Logística

Al ser la logística un concepto y área muy extensa y con un sin número de definiciones se considera oportuno mencionar los procesos o definiciones dentro de la logística más importante y mayor utilizadas en este siglo XXI, de esta manera se podrá tener una visión más globalizada de las definiciones y de que tratan estos conceptos, dentro de la logística nacional e internacional.

1.3.3. Cadena de Suministro o cadena de valor (Suplpy Chain)

Dentro de la investigación de Zambrano Yandry y Romero José [8], se menciona que este proceso establece una red de abastecimiento para la empresa. Este proceso implica la compra de insumos, y materiales necesarios para la producción y las actividades laborales. La cadena de suministro abarca desde el punto de partida de los insumos hasta el fabricante o la persona que los necesita, y se extiende desde el fabricante hasta el cliente final. Todo este proceso es integral para el funcionamiento de la cadena de valor.

1.3.4. Logística Verde

Citado de Guanotuña Gerardo, Vallejo Fidel, Garay Alfonso, y Velazques Gabriel [9] dentro de su investigación que la “Logística Verde” nos estipula practicas continuas las cuales se insta adoptar por las empresas, esto para reducir la huella de carbono dentro del planeta y su impacto ambiental como empresa en sus actividades relacionadas con la logística, dentro de su investigación resalta la importancia de la logística verde dentro de los últimos años, esto con el fin de poder disminuir la contaminación, atmosférica y contribuir a un cambio ambiental.

1.3.5. Logística Inversa

Se denomina logística inversa como una serie de pasos de gestión de insumos o materiales desde el último punto donde llego el material de manera inversa al origen, es decir estudia la manera inversa de cómo se mandó el producto, al cliente o consumidor final de nuevo a la fábrica o la empresa,“ Es una solución para evitar el deterioro del medio ambiente, como

también, el aprovechamiento de procesos productivos y abastecimiento de mercados ante el exceso de inventario, devoluciones, reacondicionamientos, entre otras, con el fin de que puedan ser reutilizados para generar valor nuevamente ante una adecuada gestión de planeación, ejecución y control.” [10]

1.3.6. La intralogística

En las actividades desarrolladas en la cadena de valor la intralogística se la conoce como la actividad que engloba todas las actividades extras que tienen influencia en la cadena de suministro, estos son todos los procesos y movimientos que puede tener la mercancía dentro de la sección de la cadena de suministro, tratando de generar un gestión y manejo eficiente de la mercancía.

Existe una gran cantidad de ventajas que aporta la intralogística a las empresas, ya que esta es una manera de llegar a optimizar la organización además de tener un control completo de los almacenes de la organización y su manejo en la distribución, estas ventajas suelen ser:

- Monitoreo de mercancías
- Reducción de stock
- Mayor productividad en el transporte
- Aprovechamiento del espacio de almacenaje.

1.4. Transporte

Desde sus orígenes, la humanidad ha buscado maneras eficientes de transportar objetos, con el fin de ahorrar tiempo y energía. Con el paso del tiempo, esta necesidad se ha consolidado, evolucionando hasta permitir el transporte de mercancías, materia prima, animales e incluso personas. Esto tiene como objetivo principal mover estos elementos de un lugar a otro de la manera más fácil y rápida para cumplir con lo estipulado con el cliente en el tiempo indicado.

Dentro de la logística, el transporte es un eje fundamental para lograr la optimización, esencial una correcta gestión del transporte y su manejo de rutas. Este debe cumplir con las necesidades de los clientes en ámbitos de rapidez, costo y disponibilidad de los productos en el mercado, convirtiéndose en un factor clave que actúa como diferenciador entre las empresas.

Se menciona en la investigación Córdóñez Yadira, Cárdenas Paul, Garay Alfonso, y Zabala Wilson [11], que el transporte o también conocido como el traslado de las mercancías, productos

a comercializar o materias primas, es una de las principales funciones dentro de un sistema logístico, llegando ser tan importante a nivel nacional como internacional, existen varios medios y diferentes métodos de transportar las mercancías en un sistema logístico, por ello se considera una de las fases dentro del manejo eficaz de la cadena de valor , siendo esta la etapa más crítica dentro del sistema, ya que de esta manera los objetos que se estén enviando llegan a su lugar de destino.

1.4.1. Tipos de transporte.

La evolución de los métodos de transporte de materiales y productos terminados ha generado una variedad de enfoques para llevar la carga a su destino de manera eficiente. Esta diversidad conlleva la utilización de diferentes tipos de transporte, los cuales pueden cambiar según ciertas condiciones. Factores como la situación climática, la naturaleza de la carga, los plazos de entrega y los costos asociados al transporte son determinantes en la selección del método más adecuado. La capacidad de adaptarse a estas variables es esencial para optimizar el proceso logístico y asegurar que los productos lleguen de manera segura y oportuna a su destino final.

- **Transporte Terrestre:**

El transporte terrestre es tal vez el más utilizado dentro del continente, debido a que llega a ser el más económico a comparación de los otros tipos, el transporte terrestre o de continente se lo conoce por la utilización de camiones, furgonetas y otros vehículos terrestres, esto permite una mayor flexibilidad en distancias pequeñas, y medianas, dependiendo de la urgencia del producto. Este tipo de transporte terrestre puede ser por carretera o ferroviario.

- **Transporte Aéreo:**

“El transporte aéreo de carga presta un servicio de movilidad que consiste en trasladar de un lugar a otro algún tipo de cargamento, mediante la utilización de aeronaves de carga y esto es implementado principalmente en el sector comercial.” Mesa Janeth [12], este es caracterizado por ser el más rápido de llegar a su destino en comparación a los otros dos, sin embargo también es considerado el más costoso, por ende las empresas comerciales la utilizan principalmente en casos especiales.

- **Transporte Marítimo:**

El transporte marítimo, es un tipo de transporte muy importante dentro de lo que es la logística debido a que con el uso de embarcaciones, se maximiza la capacidad del barco con la ayuda de contenedores, también siendo en volumen un tipo de transporte más económico a comparación del aéreo, Aguilar Darly, y Romero Nelson [13], menciona dentro de su investigación que el transporte marítimo se basa en el uso de embarcaciones de carga pesada tendiendo a un gran crecimiento por la tendencia económica global y su demanda existente en el mercado.

1.5. Costos asociados a la gestión Logística y del Transporte

En la logística y el transporte de las empresas, es fundamental conocer que genera costos y a que ámbito pertenecen estos, los cuales son asociados con su gestión. Estos costos no solo impactan la rentabilidad de la empresa, sino que también influyen en la toma de decisiones estratégicas. Por ello, es crucial identificar y analizar los diferentes costos que llegan a influir en la gestión logística.

El transporte en empresas e industrias, así como en operaciones personales, implica diversos costos que pueden variar según la distancia a recorrer, el tipo de transporte y el tonelaje de la carga a transportar. En este contexto, nos enfocaremos en la operación de LiderSer en Ecuador. Esta empresa se especializa en el transporte terrestre, utilizando exclusivamente su flota de camiones para llevar a cabo sus actividades logísticas. Esta elección de transporte terrestre no solo optimiza los costos, sino que también permite a LiderSer ofrecer un servicio eficiente y adaptado a las necesidades del mercado local.

Teniendo esto en cuenta se abordará los costos que se genera para transportar de manera terrestre dentro del Ecuador, se conoce que dentro de la gestión de logística y de transporte se manejan dos tipos que se detallaran a continuación:

- **Costos fijos.**

Este tipo de costos dentro de la gestión de la logística y transporte son los que se mantienen constantes varíe o no el flujo de carga de la empresa, es decir que permanecen constantes independientemente si existe una mayor demanda o menor demanda de trabajo, estos pueden ser:

1. Seguro de los vehículos
2. Sueldos de los conductores

3. Depreciación de vehículos y equipos
4. Licencias y permisos para operar

Dentro de la empresa LiderSer, los costos fijos son totalmente independiente de la demanda de trabajo y los independientes llegan a variar de acuerdo a la demanda de trabajo que se tenga, estos influyen directamente en la gestión logística y llegan a ser predecibles mes a mes.

- **Costos Variables**

Los costos variables a diferencia de los costos fijos suelen ser los que la demanda del trabajo influye directamente con ellos, esto dependiendo el cómo llegan a operar, siguiendo el patrón de que conforme va creciendo el nivel de demanda o de trabajo este tipo de costos llegan a aumentar, y a medida que disminuye la demanda del trabajo estos disminuyen, dentro de LiderSer llegan a ser:

1. Combustible o Gasolina
2. Mantenimientos de los vehículos
3. Peajes y tarifas en la carretera
4. Costos de carga y descarga de la mercancía
5. Custodia de la Carga

Estos costos no los podemos predecir de un mes a otro debido a que pueden llegar a variar dependiendo de la demanda de trabajo.

Un diferenciador clave dentro de estos costos suelen ser que los fijos ayudan a mantener la infraestructura operativa dentro de la empresa y los variables se adaptan según la demanda del negocio.

1.6. Factores que influyen en sistemas de Logística y el Transporte

Existen muchos factores los cuales influyen en los sistemas de logística y el transporte en una empresa, estos factores si no se los maneja de manera correcta pueden ocasionar errores los cuales generan costos asociados, afectando tanto a la empresa como al cliente, por ende es fundamental poder determinar los factores, para poder disminuir la cantidad de errores o imperfecciones en las actividades logísticas.

Nos menciona Landaeta Wilmer [14], dentro de su investigación los aspectos que afectan el manejo y gestión logística del transporte se dividen en dos vertientes, las cuales llegan

a ser los factores internos y externos, esto nos ayuda a determinar qué tipo de factores dependen completamente de la empresa los cuales llegan a ser más manejables y que factores no dependen directamente de la empresa, a estos factores se los conocen como factores internos y externos.

Factores internos: estos son los que se refieren a los factores dentro de la organización, suelen ser de la capacidad directiva, financiera, tecnológica, y de talento humano, estos factores son los que dependen directamente de la organización o empresa, la tabla muestra estos factores y su descripción.

Factores Internos	Descripción
Capacidad Directiva	Eficiencia en las decisiones y liderazgo en la gestión logística.
Limites Financieros	Disponibilidad de fondos para inversiones en tecnología y mejora de infraestructura.
Tecnología	Implementación de sistemas tecnológicos avanzados para la mejora en la cadena de valor.
Talento Humano	Formación y capacitación del personal en técnicas logísticas y uso de nuevas tecnologías.
Procesos Internos	Control y mejora de los procesos logísticos establecidos en la organización o empresa
Cultura Organizacional	Actitudes y valores que afectan la colaboración y el compromiso del personal en la cadena logística.

Figura 4 Factores internos de logística

Factores externos: estos factores comprenden todo el contexto del mercado actual, es decir que pueden variar o no de acuerdo con la demanda del mercado, los clientes, temas socioculturales y políticas económicas del país.

Factores Externos	Descripción
Condiciones del Mercado	Cambios generados por la exigencia de productos o servicios, afectando directamente a las operaciones logísticas.
Regulaciones Gubernamentales	Normativas y políticas que afectan la operación logística, incluyendo aduanas y medio ambiente.
Competencia	Presencia de competidores que influyen en las estrategias logísticas y en la fijación de precios.
Condiciones Económicas	Inflación, tasas de cambio y otras variables económicas que afectan los costos logísticos.
Factores Socioculturales	Preferencias y comportamientos del consumidor que impactan en las estrategias logísticas.
Avances Tecnológicos	Innovaciones en el sector logístico y cambios en la tecnología que pueden influir en las operaciones.

Figura 5 Factores externos logística

1.7.La industria 4.0 en la Logística

En la actualidad las tendencias logísticas a nivel internacional buscan lograr una mejora dentro de sus operaciones con la adecuación de tecnologías dentro de sus procesos, logrando de esta manera un avance en la eficiencia operativa y posicionándose de mejor manera en el mercado internacional, esto se busca mediante la automatización de los sistemas logísticos, y en la toma de decisiones por parte de la dirección de la empresa.

En la actualidad nos encontramos en la cuarta revolución industrial, Peralta Jesús, Martínez Beatriz, y Enríquez Juan[18] dentro de su investigación nos menciona que dentro de la industria 4.0 se denomina las llamadas fabricas inteligentes ya que muchas de estas fábricas al ser automatizadas trabajan de forma autónoma donde la presencia de operadores en algunos sectores no está dependiente.

1.7.1. La logística 4.0 y sus herramientas

La implementación de herramientas de la Industria 4.0 genera una brecha en el ámbito de la logística y el transporte, dando paso a lo que se conoce como logística 4.0. Esta nueva forma de logística se centra en la automatización y digitalización de procesos, optimizando la gestión del transporte y los recursos. Las herramientas de monitoreo y análisis son fundamentales para lograr esta transición hacia este nuevo paso dentro de la industria.

“En el caso particular de la logística que brinda servicios a esta 4RI, la cual llamaremos consecuentemente logística 4.0, se caracteriza por su capacidad de optimización de tiempo y recursos, trazabilidad de la cadena, seguridad e integridad de los datos así como una adecuada interoperabilidad entre distintos actores humanos y digitales.” [19]

1.7.2. Warehouse Management (WMS)

WMS se refiere a un control sobre los almacenes, es decir que nos ayuda a gestionar almacenes en tiempo real, es un sistema el cual nos ayuda a la gestión eficiente de los almacenes dentro de las organizaciones, esto con el fin de poder mejorar la operatividad de la bodega que se está gestionando, reduciendo los tiempos muertos, dentro de los almacenes, logrando automatizar y optimizar las operaciones dentro de los almacenes como gestión de inventarios, picking (proceso de seleccionar y recolectar productos de un almacén para cumplir con un pedido específico), empaquetado y envío.

“La decisión de analizar el efecto que tiene la implementación de un sistema de gestión de almacenes (WMS) se da por el interés en establecer una estrategia que permita a las compañías evaluar financieramente y a largo plazo sus proyectos, para poder determinar la factibilidad de estos en un futuro.” Tomado de Ortiz Sol, y Rodríguez Andrés[20]

1.7.3. Internet de las cosas IoT

El Internet de las Cosas (IoT) ha transformado la logística al conectar dispositivos y equipos a través de internet, permitiendo una conectividad de manera global y en tiempo real de los datos en un flujo continuo. En la logística, el IoT se utiliza para monitorear vehículos, almacenes, inventarios y productos durante su tránsito, lo que proporciona un mayor control operativo en la logística brindando en tiempo real datos informativos de las condiciones del medio de transporte o la carga.

Una de las principales funciones que puede desempeñar el IOT, puede ser a través de sensores los cuales pueden brindar reportes en tiempo real de los vehículos, además de aportar indicadores como la temperatura, ubicación y velocidad de cada uno de ellos, esto ayuda a que los productos o mercancías lleguen en condiciones adecuadas para su entrega, además de facilitar la gestión de rutas y su distribución.

1.7.4. Plataformas de gestión de transporte TMS

TMS se define en español como un sistema de gestión de transporte, se la considera muy útil en las áreas logísticas de las diferentes empresas que optan por la implementación de nuevas tecnologías, diseñada para planificar, ejecutar y optimizar los procesos logísticos y de planificación de rutas dentro de la cadena de valor. El objetivo del sistema es poder mejorar la distribución y el movimiento de mercancías, desde la selección de rutas más rentables hasta la asignación de vehículos adecuados para cada envío.

El TMS, funciona de una manera fácil, su principal función es informar del estado de entrega de los envíos (tiempo, estado de la carga, costo, etc.), generando informes acerca de las rutas y su distribución, además asegurando un seguimiento a los camiones, proporcionando la visibilidad del estado completo de la situación de las rutas y los vehículos, esto ayuda a mejorar la parte operativa de la organización relacionada con la logística y reducir los costos asociados a estas problemáticas.

Capítulo II Metodología

Este capítulo presenta la metodología aplicada en el desarrollo de un modelo de planificación y optimización de rutas para Lidenser, con el objetivo de mejorar la eficiencia de sus operaciones logísticas. A través de un enfoque estructurado, se intenta buscar la reducción de tiempos y maximización de las rutas, adaptándose a las particularidades y restricciones del servicio logístico de la empresa.

Los autores del artículo, Guevara J, Ponjuán D [21], hablan dentro de su propuesta “Metodología para especificar requisitos de gestión documental desde la ingeniería de requisitos” la cual sustentan cuatro procesos fundamentales para la ejecución correcta dentro de una investigación basada en el ámbito de la ingeniería, siendo estas, “enfoque del sistema, colaboración, transparencia e interrelación y continuidad.”

Se describen las variables clave y limitaciones del modelo, así como los pasos específicos en el proceso de planificación, diseñando soluciones que no solo respondan a las necesidades operativas actuales, sino que también sean escalables y sostenibles para futuros ajustes.

La metodología y la recolección de la información, así como su alcance será de multimétodo, como nos señala Ramos. C. La investigación con diseños mixtos combina enfoques cuantitativos y cualitativos para brindar explicaciones más completas de un fenómeno. Permite integrar datos objetivos y contextuales, aumentando la validez y confiabilidad mediante la triangulación. Su flexibilidad facilita abordar problemas complejos desde diferentes perspectivas, adaptando los métodos según las necesidades y logrando resultados aplicables y prácticos.[22]

2.1. Tipos de investigación

Existen diversos tipos de investigación aplicables a esta propuesta; por ello, se abordarán aquellos necesarios para cumplir con los objetivos planteados. Se describirá el tipo de investigación seleccionado y su aplicación en la propuesta, considerando sus especificaciones y características.

Leyva. J. y Guerra. Y. [23] menciona, “La función del objeto y del campo de investigación en el diseño de la propia investigación radica en que, el primero determina la parte de la realidad sobre la que se pretende adquirir nuevos conocimientos y tiene identidad estructural-funcional con el objeto de la ciencia en los marcos de la cual se realiza la investigación.”.

2.1.1. Investigación Bibliográfica

La investigación bibliográfica es conocida por recopilar y analizar información ya publicada o proveniente de fuentes documentadas, esto como libros, artículos científicos revistas, informes, tesis, etc. Este tipo de investigación ayuda a tener una imagen global de cómo se abarcan los diferentes procesos en múltiples organizaciones, de esta manera se puede proponer una solución mediante lo investigado.

- **Características de la investigación bibliográfica**

1. **Fuentes documentadas:** se basa en documentos escritos y verificados, estos pueden ser físicos (libros-revistas-artículos) o digitales (cualquier tipo de documentos verificado en bases de datos en línea)
2. **Revisión de conocimientos previos:** permite una visión general de lo investigado, de diferentes fuentes o autores, obteniendo una visión global
3. **Análisis Crítico:** se debe evaluar la validez y relevancia de los documentos a utilizar.
4. **Objetivo y rigor:** requiere la selección de fuentes confiables y relevantes, presentando una visión equilibrada del tema.

2.1.2. Investigación Descriptiva

Se conoce como investigación descriptiva a poder describir las características, propiedades o comportamientos de un proceso, situación o fenómeno, esto ayuda a proporcionar una visión detallada y precisa del ámbito de estudio, esto sin el fin de modificar o influir en el objeto de estudio. Es un tipo de investigación utilizada a profundidad en diversas áreas debido a que da una visión en general y sistemática del tema a investigar.

- **Características de la investigación descriptiva:**

1. **Enfoque detallado:** detalla aspectos específicos dentro de la investigación, así como descripción detallada
2. **No manipula las variables:** se registra y se observa el evento tal y como se presenta sin intervenir ni modificar las condiciones
3. **Objetividad:** representa los hechos de forma objetiva y precisa, evitando cualquier interpretación subjetiva.

- 4. Recolección de datos cualitativos y cuantitativos:** utiliza datos cualitativos (mediciones numéricas) y cualitativos (observaciones detalladas del proceso) esto con el fin de poder entender mejor el proceso o actividad relacionada.

2.1.3. Investigación Explicativa

Una investigación explicativa permite comprender las causas subyacentes de un problema o ineficiencia dentro de un sistema, o proceso, es decir permite conocer o identificar las causas detrás de los problemas. Esta investigación busca responder preguntas del “por qué” y “como” de los eventos esto profundizando en ellos y tratando de encontrar una respuesta.

- **Características de la investigación explicativa**
 - 1. Profundidad y análisis:** al tratar de buscar respuestas en la investigación dentro de los procesos se realiza un análisis y una investigación a profundidad continua hasta responder la pregunta.
 - 2. Uso de hipótesis:** en general estas investigaciones usan muchas hipótesis relacionadas con el proceso a investigar.
 - 3. Validez interna:** se debe tener un control riguroso de sus variables y condiciones para asegurar que sus conclusiones sean válidas.
 - 4. Métodos cuantitativos y cualitativos:** este tipo de investigación se caracteriza por usar métodos cualitativos y cuantitativos dentro de su investigación.

2.1.4. Investigación Experimental

Una investigación experimental se basa en el uso de variables mediante la manipulación y control de dichas variables, con el fin de poder ser manipuladas para ver su comportamiento, esto afectando a todo el sistema o proceso, de manera externa esto para poder asegurar que los resultados sean atribuibles a la manipulación.

- **Características de la investigación experimental**
 - 1. Manipulación de variables:** este tipo de investigación se caracteriza por la manipulación de una o más variables independientes para ver sus efectos en las variables dependientes.
 - 2. Control de condiciones:** el uso o manipulación de las variables nos permiten el control de las condiciones externas, de esta manera se genera una visión general

logrando analizar e interpretar resultados y si resulta factibles cambios en el fenómeno que se está investigando.

3. **Repetibilidad:** la presente investigación busca ser repetible, con el fin de que los investigadores puedan recopilar el estudio en condiciones generales.
4. **Medición precisa:** se utilizan métodos de investigación precisos, esto nos permite cuantificar los efectos de manipulación de manera efectiva.

2.1.5. *Investigación Aplicada*

La presente investigación se caracteriza por la particularidad de resolver problemas prácticos, y específicos del mundo real. Esta investigación trata de la resolución de problemas de manera efectiva y rápida, generando soluciones directas que se pueden implementar en situaciones concretas.

- **Características de la investigación aplicada.**
 1. **Objetivo práctico:** por lo que resalta este tipo de investigación es porque trata de solucionar problemas específicos o en la mejora de procesos reales.
 2. **Enfoque de problemas actuales:** se centra en problemas actuales de las organizaciones o que son de su interés particular.
 3. **Contextualización:** considera un entorno específico en el cual se aplican los resultados, teniendo en cuenta todo tipo de factor que puede afectar.
 4. **Métodos diversos:** utiliza métodos cuantitativos, cualitativos según el tipo de problema que se trate, y la necesidad que requiera cada uno.

2.2. Métodos de investigación

Los métodos de investigación son enfoques sistemáticos utilizados para analizar, recolectar e interpretar datos en una investigación científica, trabajo o propuesta. Constituyen una parte fundamental del análisis e interpretación de la información, por lo que es crucial seleccionar los métodos adecuados según las características y objetivos de cada proyecto.

Dentro de la investigación de “Guevara. G, Verdesoto. A, y Castro. N” [24], se menciona la selección del método de investigación adecuado depende de las características específicas del fenómeno que se desea estudiar, así como de los objetivos que se quieren alcanzar en el estudio. Por esta razón, es fundamental elegir el procedimiento que mejor se adapte a las necesidades y exigencias de la investigación. En este contexto, existen varios tipos de investigación.

Nos menciona Tramullas. J. [25], dentro de “Topics and research methods in Information Science (2000-2019): a literature review” Los métodos y técnicas de investigación empleados en una disciplina juegan un papel fundamental en la definición de sus características y en la orientación que toma la misma. Estos enfoques no solo guían el proceso de recolección y análisis de datos, sino que también influyen en la forma en que se abordan los problemas y se desarrollan las teorías dentro de la disciplina.

Ahora teniendo un contexto de que son los métodos de investigación como llegan a funcionar dentro de una propuesta, o trabajo se procederá a resaltar los diferentes apartados que se considera que se utilizaran dentro de la propuesta de “Planificación y Optimización de rutas de transporte en Lidenser Logística Integral.”:

2.2.1. Método cualitativo

Se conoce a este tipo de método como un enfoque dentro de las investigaciones, busca comprender fenómenos sociales, culturales o tipos de condiciones humanas, desde una perspectiva interpretativa y subjetiva. Guzmán. V [26] nos resalta “la metodología cualitativa observa una parte de la realidad de manera subjetiva utilizando sus técnicas, estrategias e instrumentos concretos. Produciendo como resultado categorías conceptuales y una relación sistémica entre las partes y el todo de la realidad en estudio”.

Dentro de la “Planificación y optimización de rutas de transporte.” se utiliza para comprender los diferentes factores humanos, organizacionales y contextuales que influyen dentro de la gestión de las rutas de transporte y su planificación, así como los desafíos y necesidades de los autores involucrados, de esta manera se generan los reportes actuales de las rutas y su utilidad actual.

El método cualitativo se enfoca en la clasificación y análisis de las rutas actuales utilizadas por Lidenser. Esto incluye la evaluación de las características de cada ruta, como la frecuencia de uso, las condiciones del trayecto y los puntos de parada. Además, se analizará cómo los conductores interactúan con las rutas, identificando patrones o problemas recurrentes.

- Seguridad de la ruta
- Tiempo de trayecto
- Paradas programadas

El método cualitativo dentro de la propuesta busca poder profundizar en el aspecto humano de la organización principalmente de los conductores los cuales están mucho más relacionados en las rutas de transporte, sus necesidades dentro de los trayectos e identificar áreas de mejora.

2.2.2. Método cuantitativo

El método cuantitativo se caracteriza por utilizar datos contables dentro de su investigación esto en la recopilación y análisis de datos numéricos para medir y evaluar los diferentes tipos de fenómenos, esto es ideal cuando se requiere precisión, objetividad y generalización de los resultados. Nos mencionan Muñoz, Castillo y Zuno dentro de su investigación [27], “El análisis de datos en este método permite identificar patrones, características, temas para comprender a las personas, procesos, eventos y sus contextos.”

En esta propuesta, el método cuantitativo es determinante, ya que permite identificar las variables clave para la investigación, como las fuentes de datos sobre las rutas de transporte, las distancias y los tiempos asociados a cada una. Este enfoque facilita medir y analizar la utilidad actual de las rutas, proporcionando una base sólida para entender el contexto operativo. Con esta información y mediante algoritmos como Dijkstra y Solver, se buscará optimizar las rutas y mejorar su eficiencia.

2.2.3. Método inductivo

Se define como método inductivo al criterio el cual se le da a una forma de razonamiento que consiste en partir de observaciones específicas de datos particulares dentro de un proceso esto con el fin de llegar a conclusiones generales o universales, esto partiendo de la observación del fenómeno el cual se va a tratar, promoviendo el análisis del fenómeno esto permitiendo generar teorías o hipótesis las cuales vayan a ser utilizadas.

Dentro de la investigación de Aurora M. Palmett [28] se menciona que el método inductivo avanza desde experiencias concretas, como vivencias, observaciones y percepciones, hacia ideas abstractas, como teorías o conceptos generales. Este enfoque transforma lo particular en principios universales al identificar patrones en la realidad empírica, lo que convierte este método en una herramienta clave para generar nuevos conocimientos.

Dentro de la propuesta de planificación y optimización de rutas de transporte, implica utilizar las observaciones de las rutas existentes, y los patrones o datos históricos actuales de las rutas de transporte como:

- Kilómetros recorridos
- Tiempo promedio de los recorridos
- Costos de combustible

2.2.4. Método deductivo

El método deductivo se define como un proceso de razonamiento el cual parte de los principios generales teorías, o leyes universales esto para llegar a conclusiones específicas, se basa en la utilización de estas teorías para aplicarlas a fenómenos o casos particulares, esto para demostrar su validez o derivar resultados particulares. Este método deductivo se lo conoce por ser lo contrario al método inductivo.

Citado anteriormente de la investigación de Aurora M. Palmett [28], el método deductivo, la conclusión no se obtiene generalizando, sino aplicando principios generales o hipótesis ya establecidas a casos concretos. A partir de estas premisas, se deriva una conclusión específica que necesariamente debe ser verdadera si las premisas iniciales lo son. Este método parte de lo universal hacia lo particular, utilizando la lógica como herramienta fundamental.

El método deductivo se aplica en la planificación y optimización de rutas partiendo de principios generales y teorías conocidas para resolver casos específicos y mejorar la eficiencia logística. El método deductivo principalmente se utilizará dentro de esta propuesta para generar las conclusiones y poder discutir las, esto basándose bajo la aplicación y simulación previa de la propuesta.

2.2.5. Método descriptivo

El método descriptivo dentro de una investigación científica su principal característica o este enfoque del método descriptivo tiene como objetivo principal observar, identificar y detallar las características del comportamiento o situaciones de un fenómeno sin manipularlo, esto quiere decir que dentro del proceso o fenómeno el cual se va a detallar no tiene que ser previamente manipulado para la recolección de datos previos.

Referencia de la investigación de Ochoa J. y Yunkor Y. [29] “Los estudios descriptivos se caracterizan por tener una sola variable de estudio, a esta variable se le denomina variable de interés ya que el estudio se enfoca en esta variable. Por otra parte, los estudios descriptivos tienen que identificar los factores que se encuentran en el entorno de la variable de interés y que se pueden tomar en consideración para realizar la investigación.”

Este tipo de método descriptivo dentro de la propuesta de planificación y optimización de rutas de transporte se la puede utilizar para analizar y documentar el estado actual de las condiciones de las rutas de transporte y sus características, sin la manipulación de datos. Este enfoque ayuda a identificar los problemas, oportunidades de mejora y las características del sistema del transporte.

2.2.6. Método analítico

Se conoce como método analítico a un tipo de enfoque de investigación el cual se caracteriza por descomponer el suceso, proceso o fenómeno el cual se está estudiando en partes fundamentales que nos ayuden a entender su estructura, funcionamiento o relaciones internas de este, con el fin de poder identificar de una manera más sencilla cada una de las causas, efectos y componentes clave, esto permite soluciones específicas o generar nuevos conocimientos sobre el objeto de estudio.

Nos menciona Sosa A. dentro de su investigación [30] “La inducción analítica o inducción por analogía es una metodología de investigación que consiste en la búsqueda de explicaciones universales de los fenómenos sociales a partir del estudio de casos.” De esta manera se puede interpretar que la inducción analítica es una metodología eficaz para generar explicaciones universales a partir del análisis de casos específicos, permitiendo construir teorías sólidas y generalizables.

Dentro de la propuesta de planificación de las rutas de transporte es fundamental entender cada una de las variables que forman en conjunto esta planificación, este método al separar en partes nos permite identificar de mejor manera estas variables clave siendo estas:

- Puntos de origen y destino
- Rutas actuales
- Tiempos promedio de recorrido
- Kilómetros por recorrido
- Costo de cada recorrido

Además de identificar estas variables clave también nos permite analizar e identificar los componentes para encontrar ineficiencias, estudiar factores que puedan alterar la ruta como el tráfico, y a partir de esta investigación, buscar soluciones las cuales puedan satisfacer o promover una mejora en estas áreas.

2.3.Fuentes de información

Se conoce como fuentes de información a los recursos o medios los cuales no proporcionan datos, hechos, conocimientos o evidencias, con el fin de con el uso de estos datos realizar investigaciones, proyectos o propuestas académicas, estas fuentes de información se las puede obtener mediante diferentes versiones o formatos (escritas, audiovisuales, digitales), y por su contenido (académicas, populares, oficiales).

Las fuentes de información dentro de una propuesta suelen ser demasiado importantes, esto debido a que de estas fuentes se va a establecer la propuesta de la investigación y se obtendrá los resultados propuestos, por ende tener fuentes de información confiables y concretas suele ser de gran ayuda dentro de una investigación, esto se logra mediante la recolección de información de los diferentes métodos.

Citado de la investigación de Cruz A. [31] “Las fuentes de información son instrumentos para el conocimiento, acceso y búsqueda de la información, su objetivo principal es el de buscar, fijar y difundir la fuente de información implícita en cualquier soporte físico, estas se pueden catalogar desde diferentes perspectivas.” Estas fuentes de información se pueden clasificar en varios tipos, los más importantes son las fuentes primarias y secundarias.

Las fuentes de información dentro de cualquier trabajo académico llegan a ser esenciales, esto para respaldar argumentos, garantizar la precisión de los cálculos, y datos, aportar credibilidad y originalidad al trabajo realizado. Una correcta selección y uso de estas fuentes es clave para poder obtener resultados confiables y cumplir con los objetivos de la investigación.

2.3.1. Fuentes de información Primarias

Las fuentes de información primarias son aquellas las cuales nos proporcionan los datos de primera mano, de manera directa sobre un tema, proceso o fenómeno en específico, esto sin haber sido interpretadas o analizadas previamente, representa el material más cercano al fenómeno o proceso a investigar, esto siendo lo más importante dentro de cualquier tipo de investigación.

2.3.2. Fuentes de información Secundarias

La información secundaria dentro de una investigación, analizan, interpretan o resumen lo obtenido de las fuentes primarias, su objetivo principal es interpretar las fuentes dando un contexto de explicación o evaluación de los datos de originales. La información la cual se

maneja dentro de esta fuente secundaria suele ser la que se encuentra procesada o analizada, esto se genera en un acontecimiento previo al estudio original.

Las fuentes de información sean primarias o secundarias llegan a ser complementarias y esenciales en cualquier proceso de investigación. Las fuentes primarias llegan a ser mucho más directas, originales y sin intermediarios permitiendo un análisis profundo del fenómeno estudiado, mientras que las fuentes secundarias contextualizan y enriquecen la información al interpretarlas o relacionarlas con estudios o teorías.

2.4. Análisis de Lidereser logística integral

Lidereser tiene un potencial significativo para optimizar su gestión de rutas mediante la integración de herramientas avanzadas de planificación y análisis de datos. Si bien cuenta con una base tecnológica sólida y experiencia operativa, es fundamental mejorar la flexibilidad y eficiencia de sus operaciones. El enfoque en la optimización continua permitirá a la empresa reducir costos, cumplir con los tiempos de entrega y fortalecer su posición en el mercado logístico ecuatoriano.

2.4.1. Problema

En la industria de transporte en el Ecuador existe una ineficiencia en lo que respecta a la planificación y optimización de las rutas de transporte, esto provoca problemas significativos dentro en las empresas, como costos asociados, tiempos de entrega y la satisfacción al cliente, muchas empresas las cuales se dedican al sector logístico en el mercado ecuatoriano enfrentan desafíos diarios, dentro de su planificación, esto debido a varios factores los cuales se van a detallar:

- **Ineficiencia tecnológica:** la falta de sistemas tecnológicos dentro de la gestión de rutas de transporte en las empresas suele afectar a la planificación de sus rutas, la implementación de algoritmos o simulaciones de las rutas puede ayudar a su planificación.
- **Creciente demanda de entregas rápidas:** en la actualidad muchas de las empresas del sector logístico tratan de realizar sus entregas lo antes posible, o en el tiempo acordado con el cliente, sin una correcta gestión de rutas muchas veces esta demanda por parte de los clientes se llega a complicar.

- **Limitaciones en la información disponible:** la falta de datos precisos sobre las rutas de transporte, sean tiempos, tráfico y paradas específicas limita la planificación y ejecución.

Por ende en la presente propuesta investigativa se trata de brindar soluciones concretas y de manera práctica a los problemas anteriormente mencionados, buscando una correcta planificación de las rutas y una mejora en los tiempos de entrega, lo cual implica optimizar el sistema actual de la empresa.

2.5. Algoritmos

Los algoritmos son un conjunto de instrucciones o pasos finitos, ordenados y en un orden lógico, estos principalmente son los diseñados para tratar de resolver un problema en específico, esto para completar una tarea. Estos algoritmos se utilizan dentro de diversas disciplinas, como las matemáticas, la informática, la logística y muchas otras, estos pueden ser implementados tanto de forma manual como en sistemas automatizados, como las computadoras y programas de simulación.

Los algoritmos son fundamentales en diversas áreas de estudio desde las ciencias computacionales hasta las ciencias de ingeniería y logística, la importancia de estos algoritmos radica en la capacidad de organizar procesos de forma eficiente, esto con el fin de poder optimizar los recursos como el tiempo, y la energía. En la actualidad con las nuevas tecnologías emergentes, los algoritmos son las bases para poder desarrollar programas, resolver problemas complejos y ayudar en la toma de decisiones, convirtiéndose en herramientas fundamentales en un mundo digitalizado.

Dentro de la siguiente propuesta se van a utilizar dos tipos de algoritmos estos son los metaheurísticos citado de [32] nos resalta que los algoritmos metaheurísticos se basan en procesos que incluyen cierto grado de aleatoriedad para buscar soluciones, no dependen de cálculos exactos como el gradiente, sino que evalúan posibles soluciones y las ajustan según los resultados obtenidos y los algoritmos determinísticos es aquel que, dadas las mismas entradas, siempre produce las mismas salidas y sigue un único camino definido durante su ejecución, no incluye elementos aleatorios ni decisiones basadas en probabilidad.

2.5.1. Algoritmo de Dijkstra

El algoritmo de Dijkstra es un tipo de algoritmo determinístico, esto quiere decir al proporcionar las entradas se van a producir las mismas salidas siguiendo un único camino fijo el cual se va a definir durante su ejecución, este tipo de algoritmo es muy utilizado dentro del sector logístico debido a que busca el camino más corto desde el nodo de origen hasta los demás nodos en un grafo ponderado.

Citado de [33] “El método de Dijkstra se combina con un algoritmo genético para permitir pequeñas variaciones en torno a las rutas óptimas encontradas por el algoritmo 2D para ayudar a la planificación de rutas de medios de transporte en diferentes tipos de condiciones. Además, el algoritmo de Dijkstra bidimensional convencional también se utiliza para desarrollar sistemas de optimización de viajes, que tienen en cuenta las limitaciones de transporte como los movimientos/aceleraciones máximas permitidos y el consumo mínimo de combustible.”

La **Figura 6** ilustra la formación del algoritmo de Dijkstra, con el objetivo de mostrar su funcionamiento y su propósito principal: encontrar la ruta más corta. En el ejemplo representado, se utiliza un gráfico donde los puntos (nodos) representan ciudades y los conectores indican las distancias entre ellas.

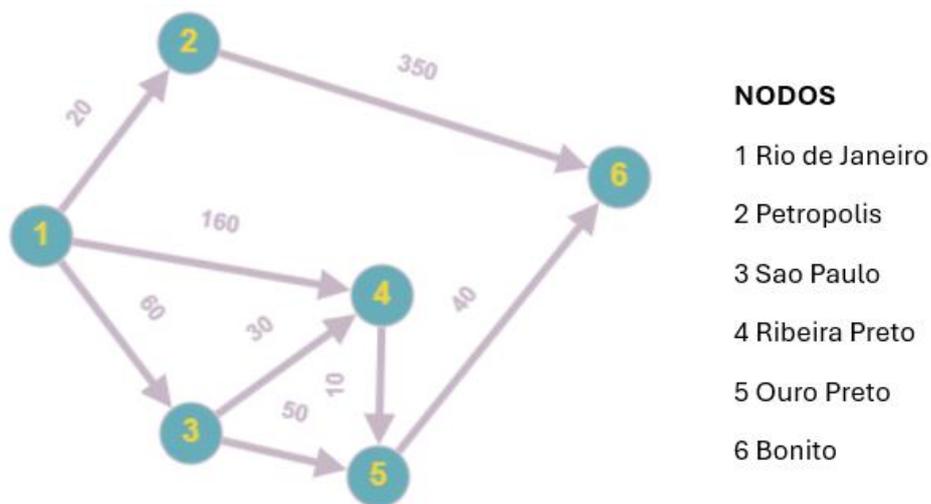


Figura 6 Algoritmo Dijkstra [34]

2.6. TMS y softwares

Dentro de la propuesta se va a utilizar un TMS (Sistema de gestión del transporte) es un tipo de software orientado exclusivamente para diseñar, y mejorar la gestión eficiente de las rutas operaciones del transporte, dentro de los sectores logísticos. Tiene como objetivo principal

mejorar la eficiencia operativa en el movimiento de mercancías y la reducción de costos asociados al transporte.

Nos menciona Sirina N. y Zubkov V. [35], que la efectividad en la gestión de estos procesos está estrechamente relacionada con la anticipación y la planificación adecuada de los flujos de carga y la distribución de los recursos. En el contexto del mercado de servicios de transporte, el sistema de transporte y logística se ve influido por diversos actores y factores, como la incertidumbre en la demanda de servicios, la falta de control sobre factores externos y la percepción subjetiva del entorno interno.

Dentro de un TMS en la gestión del transporte incluye una variedad de funciones y herramientas las cuales están diseñadas o mejoran el proceso de planificación y gestión de transporte, entre los elementos clave se encuentran la simulación y la planificación propiamente dicha con lo cual se logra optimizar las rutas de transporte.

2.6.1. Tipos de softwares

Los softwares dentro de una planificación y mejora de rutas de transporte son indispensables esto porque de esta manera se observa el método o la mejora simulada, antes de implementarla dentro de la empresa o compañía, en diversas áreas de la ingeniería, la logística, la manufactura y otras disciplinas, debido a su capacidad para replicar y analizar sistemas y procesos en un entorno controlado y virtual.

Una de las más grandes ventajas es la reducción de costos y riesgos, esto mediante la simulación de procesos, esto se puede realizar en diferentes escenarios sin tener que realizar pruebas físicas costosas o arriesgadas. Esto permite poder prever problemas, además de ayudar a la toma de decisiones más informadas antes de implementar cambios reales dentro de la empresa, estos programas además facilitan la optimización de procesos, esto identificando en la simulación ineficiencias, cuellos de botella o áreas de mejora dentro de los diferentes procesos.

Dentro de la propuesta de planificación y optimización de rutas de transporte, los softwares de simulación son herramientas clave para poder mejorar la eficiencia operativa. Estos programas permiten calcular las rutas más eficientes considerando diferentes tipos de variables, además los softwares de simulación permiten modelar los diferentes tipos de rutas o escenarios distintos, o la evaluación de diferentes alternativas antes de tomar decisiones en el mundo real.

2.6.2. FlexSim

Es un software de simulación de eventos discretos utilizado para modelar, simular y optimizar sistemas y procesos complejos en diversas industrias, como manufactura, logística, salud, distribución y más. Su objetivo principal es proporcionar una plataforma visual e interactiva que permita a los usuarios crear modelos detallados de sus operaciones, explorar diferentes escenarios y predecir el comportamiento del sistema bajo diversas condiciones.

Se resalta dentro de la investigación de Marmolejo I, Robles F, Macías M, y Mayorga V. [36], “FlexSim ha contribuido con aplicaciones de clase mundial en temas de salud, sistemas de logística tales como operaciones de contenedores en puertos, simulaciones distribuidas en varios equipos dentro de una empresa manufacturera, en la minería, en centros aeroespaciales e incluso se ha adaptado a la industria del servicio (hoteles, hospitales, supermercados, o muchas otras industrias) para simular la administración y operación de los recursos humanos.”

Es una herramienta de simulación avanzada, lo cual permite modelar y analizar las rutas de transporte en sistemas logísticos complejos. La simulación de eventos discretos dentro del software facilita la creación de modelos detallados en redes de transporte, donde se puede llegar a simular el flujo de vehículos, mercancías y personas, esto en diferentes tipos de escenarios, así como la asignación de paradas, esto permite identificar rutas más eficientes una gestión adecuada de tiempos.

2.6.3. Solver

Solver es una herramienta de optimización que se utiliza comúnmente en programas como Microsoft Excel para resolver problemas matemáticos complejos, como la optimización de rutas, la asignación de recursos o la maximización de beneficios. Funciona con la aplicación de algoritmos matemáticos, con el fin de poder encontrar la mejor solución de todas las alternativas, para un conjunto de variables y restricciones definidas.

En el contexto de la optimización de rutas de transporte, Solver puede ayudar a encontrar la ruta más eficiente en términos de tiempo, costo o distancia al considerar diversas variables, como el número de vehículos, las ubicaciones de los destinos, las capacidades de los vehículos y los costos asociados a cada ruta. El usuario define un modelo de optimización, establece las variables (como el tiempo de viaje o el costo) y las restricciones (como la capacidad del

vehículo o las distancias máximas) y luego Solver encuentra la solución óptima que minimiza o maximiza el objetivo deseado.

Capítulo III Propuesta en LiderSer Logística Integral

En el siguiente capítulo se tiene como objetivo principal presentar un análisis sobre los resultados obtenidos tras la implementación de las técnicas para la “Propuesta de planificación y optimización de rutas de transporte, en LiderSer Logística integral”, este análisis constituye como un paso crucial para poder validar las metodologías empleadas y evaluar el impacto que podría llegar a tener en las operaciones logísticas de la compañía, específicamente en la mejora logística, la reducción de costos y la optimización de los tiempos de entrega.

Para el desarrollo del presente análisis se utilizaron datos proporcionados por la empresa los mismos que incluyen información importante de las rutas ya existentes, entre los datos se tiene: información de la ruta propiamente dicha, paradas previamente establecidas, los puntos de toda la ruta, distancia total de la ruta, y su tiempo. Esta información inicial sirvió como un base para lograr una planificación y mejora de rutas mediante Solver y algoritmo de Dijkstra así como un sistema de gestión de transporte (TMS) el cual mediante la herramienta de FlexSim permitió modelar y simular cada una de las rutas en diferentes escenarios.

El capítulo se estructura mediante diferentes secciones lo cual busca promover un mejor entendimiento por parte de los lectores y abordar los resultados de manera progresiva, desde la toma de los datos iniciales que muestra un panorama general de los datos iniciales, describiendo aspectos clave sobre las rutas de transporte y sus limitaciones logísticas identificadas.

Posteriormente se expone el proceso que se lleva a cabo para poder lograr una mejora en las rutas de transporte, destacando los cambios realizados en la planificación de las rutas a comparación de los datos iniciales. Los resultados obtenidos se presentan mediante tablas, gráficos y mapas lo cual permite un mejor entendimiento a los lectores y visualizar claramente las mejoras implementadas.

3.1. Datos iniciales de las rutas

La recolección de datos dentro de cualquier tipo de investigación es de suma importancia para la veracidad de la investigación, como se explicó en la metodología existen diferentes fuentes de donde se puede adquirir información, estas fuentes son las primarias (rutas brindadas por la empresa) y las secundarias (investigación de kilómetros y tiempos) , en este apartado se resalta principalmente la información la cual brinda la empresa, esto con el fin de poder brindar una mejora a las rutas actuales.

La información de las rutas generalmente se presenta en forma de tablas, donde para cada ruta específica se muestra los tramos importantes, puntos de parada, el tiempo a utilizar en cada tramo, los kilómetros recorridos, etc. Existen 4 diferentes rutas que utiliza la compañía, el punto de partida se encuentra en las afueras de Quito, y el punto de llegada es el puerto de Guayaquil.

Dentro de la **Figura 7** se muestra la ruta número 1, denominada como Ruta A, que abarca los tramos: Alóag-Santo Domingo-Quevedo-Guayaquil. Se puede apreciar los diferentes tramos, la distancia y el tiempo programado para cada uno de ellos. También se muestra una totalización en kilómetros recorridos y el tiempo total empleado en minutos en toda la Ruta A.

RUTA A					
ALOAG-SANTO DOMINGO- QUEVEDO- GUAYAQUIL					
Nº	Tramos	Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo Estimado
1	ALOAG - SANTO DOMINGO	La Virgen	Tandapi	10,9	0:29:00
2		Tandapi	La Hesperia	12,5	0:22:00
3		La Hesperia	Alluriquín	18,8	0:26:00
4		Alluriquín	El Paraíso/ Gasolinera Zaracay	2,2	0:04:00
5		El Paraíso/ Gasolinera Zaracay	Peaje Santo Domingo	8,3	0:16:00
6		Peaje Santo Domingo	Luz de América	34,7	0:47:00
7	SANTO DOMINGO - QUEVEDO	Luz de América	Patricia Pilar	20,9	0:26:00
8		Patricia Pilar	El Descanso	15,3	0:28:00
9		El Descanso	Peaje Los Angeles	11	0:27:00
10		Peaje Los Angeles	Buena Fe	13,3	0:22:00
11		Buena Fe	Gasolinera Fon Fay	11,6	0:22:00
12		Gasolinera Fon Fay	Quevedo	3,4	0:05:00
13		Quevedo	El Empalme	23,7	0:29:00
14	QUEVEDO - GUAYAQUIL	El Empalme	Peaje Guayas Norte	18,2	0:26:00
15		Peaje Guayas Norte	Gasolinera La Universal II	30	0:40:00
16		Gasolinera La Universal II	Peaje Colimes	30	0:40:00
17		Peaje Colimes	Palestina	6,2	0:11:00
18		Palestina	Santa Lucia	10,5	0:21:00
19		Santa Lucia	Vía Daule	12	0:22:00
20		Vía Daule	Nobol	19,9	0:26:00
21		Nobol	Peaje Chivería	7,1	0:14:00
22	Peaje Chivería	Petrillos	10,3	0:21:00	
23	Petrillos	Guayaquil	23,8	0:29:00	
Totales				354,6	9:13:00

Figura 7 Ruta A Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil. (Liderser)

La **Figura 8** muestra la ruta número 2, denominada como ruta B, que abarca los tramos: Los Bancos-Santo Domingo-Quevedo-Guayaquil. Se pueden apreciar los diferentes tramos, la distancia y el tiempo programado para cada uno de ellos. También se muestra una totalización en kilómetros recorridos y el tiempo total empleado en minutos en toda la Ruta B

RUTA B					
LOS BANCOS - SANTO DOMINGO-QUEVEDO - GUAYAQUIL					
Nº	Tramos	Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo Estimado
1	LOS BANCOS - SANTO DOMINGO	Los Bancos	Santo Domingo	71,9	1:27:00
2		Santo Domingo	Luz de América	18,7	0:19:00
3	SANTO DOMINGO - QUEVEDO	Luz de América	Patricia Pilar	20,9	0:26:00
4		Patricia Pilar	El Descanso	15,3	0:24:00
5		El Descanso	Peaje Los Angeles	11	0:21:00
6		Peaje Los Angeles	Buena Fe	13,3	0:22:00
7		Buena Fe	Gasolinera Fon Fay	11,6	0:22:00
8		Gasolinera Fon Fay	Quevedo	3,4	0:05:00
9		Quevedo	El Empalme	23,7	0:29:00
10		El Empalme	Peaje Guayas Norte	18,2	0:26:00
11	QUEVEDO - GUAYAQUIL	Peaje Guayas Norte	Gasolinera La Universal II	30	0:40:00
12		Gasolinera La Universal II	Peaje Colimes	30	0:40:00
13		Peaje Colimes	Palestina	6,2	0:11:00
14		Palestina	Santa Lucia	10,5	0:21:00
15		Santa Lucia	Vía Daule	12	0:22:00
16		Vía Daule	Nobol	19,9	0:26:00
17		Nobol	Peaje Chivería	7,1	0:14:00
18		Peaje Chivería	Petrillos	10,3	0:21:00
19		Petrillos	Guayaquil	23,8	0:29:00
Totales				357,8	8:25:00

Figura 8 Ruta B Los Bancos- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil. (Liderser)

En la Figura 9 se muestra la ruta número 3 denominada Ruta C que abarca los tramos de Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil. Se pueden apreciar los diferentes tramos, la distancia y el tiempo prolongado de cada tramo. También se muestra la totalización de kilómetros recorridos y el tiempo total empleado en minutos dentro de la Ruta C.

RUTA C					
ALOAG - LA MANÁ - QUEVEDO - GUAYAQUIL					
Nº	Tramos	Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo Estimado
1	ALOAG - LA MANA	Machachi	Gasolinera Vista Hermosa	35,5	0:37:00
2		Gasolinera Vista Hermosa	Gasolinera Primax Belén	35,1	0:37:00
3		Gasolinera Primax Belén	Pilató	34,7	0:52:00
4		Pilató	Recinto Guayacanes	31,3	0:47:00
5	LA MANA - QUEVEDO	Recinto Guayacanes	Gasolinera P&S - Valencia	39	0:50:00
6		Gasolinera P&S - Valencia	Peaje Guayas Norte	33,6	0:47:00
7	QUEVEDO - GUAYAQUIL	Peaje Guayas Norte	Gasolinera La Universal II	30	0:40:00
8		Gasolinera La Universal II	Peaje Colimes	30	0:40:00
9		Peaje Colimes	Palestina	6,2	0:11:00
10		Palestina	Santa Lucia	10,5	0:21:00
11		Santa Lucia	Vía Daule	12	0:22:00
12		Vía Daule	Nobol	19,9	0:26:00
13		Nobol	Peaje Chivería	7,1	0:14:00
14		Peaje Chivería	Petrillos	10,3	0:21:00
15		Petrillos	Guayaquil	23,8	0:29:00
Totales				359	8:14:00

Figura 9 Ruta C Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil. (Liderser)

La Figura 10 muestra la ruta numero 4 denominada Ruta D que abarca los tramos de Alóag-Guaranda-Babahoyo-Guayaquil. Se pueden apreciar los tramos de toda la ruta, su distancia y el tiempo prolongado. También se muestra la totalización de kilómetros recorridos y el tiempo empleado para completar la ruta.

RUTA D					
ALOAG - GUARANDA - GUAYAQUIL					
Nº	Tramos	Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo Estimado
1	ALOAG - GUARANDA	Machachi	Gasolinera Vista Hermosa	35,5	0:37:00
2		Gasolinera Vista Hermosa	Gasolinera Primax Belén	35,1	0:37:00
3		Gasolinera Primax Belén	Peaje Panzaleo	25	0:35:00
4		Peaje Panzaleo	Santa Rosa	36,5	0:46:00
5		Santa Rosa	Pilahuin	13,6	0:32:00
6		Pilahuin	El Arenal	42,8	0:44:00
7		El Arenal	Guanujo	27,2	0:28:00
8		Guanujo	Guaranda	8,9	0:33:00
9	GUARANDA - BABAHOYO	Guaranda	San Miguel	22,5	0:32:00
10		San Miguel	San Pablo	17,7	0:34:00
11		San Pablo	Las Guardias	10,7	0:23:00
12		Las Guardias	Montalvo	36,5	0:50:00
13		Montalvo	Babahoyo	34,8	0:40:00
14		Babahoyo	Tres postes	24,7	0:32:00
15	BABAHOYO - GUAYAQUIL	Tres postes	Peajes el Pan	32,7	0:35:00
16		Peajes el Pan	Guayaquil	27,4	0:38:00
Totales				431,6	9:36:00

Figura 10 Ruta D Alóag- Guaranda- Babahoyo- Guayaquil. (Liderser)

Entre las cuatro rutas analizadas, la “Ruta B” presenta una particularidad que la distingue: mientras que todas las demás parten desde el tramo de Alóag, esta inicia en Los Bancos. Esta diferencia es significativa, ya que al considerar las zonas industriales de Quito, la “Ruta B” cuenta con un punto de partida distinto. Esto impacta directamente tanto en el kilometraje como en el tiempo estimado para las zonas industriales y, en última instancia, en los resultados logísticos de la compañía.

Todas las rutas muestran los tramos los cuales parten los tráilers o camiones de Liderser, sin embargo no se muestra los puntos o las empresas de donde parten, por ende se considera importante nombrar de los principales puntos donde parten cada uno de estos, no obstante los clientes y sus ubicaciones no se nombrarán o no se mostrarán por confidencialidad de la compañía, por ello se tomará en cuenta las zonas industriales donde parten cada uno de ellos y estas son las siguientes:

- Parque Industrial Calacalí Park
- Itulpark
- Parque Industrial del Sur

En Quito, las zonas industriales mencionadas anteriormente, conocidas como parques industriales, representan puntos estratégicos para el tránsito de camiones de Liderser y otras empresas logísticas. Estas áreas concentran diversas actividades industriales, lo que las convierte en nodos clave para optimizar procesos logísticos y garantizar una eficiente aglomeración de recursos y servicios.

Iglesias D. [37] menciona dentro de su investigación que los parques industriales son áreas geográficamente definidas y diseñadas específicamente para albergar plantas industriales en ubicaciones estratégicas que cuentan con la infraestructura, equipamiento y servicios necesarios. Su administración constante busca organizar los asentamientos industriales, descongestionar las zonas urbanas y periurbanas, optimizar el uso del suelo y ofrecer un entorno favorable que permita a las industrias operar de manera eficiente, fomentando la creatividad y la productividad en un ambiente cómodo y funcional.

3.2. Planificación y Optimización de rutas

Una correcta planificación de las rutas evita riesgos, especialmente retrasos en los tiempos de entrega y económicos. Es por ello por lo que se debe realizar un estudio minucioso de todas las rutas y seleccionar las más adecuadas, con tiempos de entrega exactos y sin correr mayores riesgos.

De la investigación realizada se pudo determinar que los principales clientes de LiderSer, se encuentran dentro de la ciudad de Quito, y que la mayoría de los envíos tienen como destino el puerto de Guayaquil. Se consideraron las 4 rutas antes mencionadas y se determinó 3 zonas industriales, a partir de las cuales se comenzará con las mejoras propuestas.

La **Figura 11** presenta el mapa del Distrito Metropolitano de Quito, que incluye tanto parroquias urbanas como rurales. Esto permite verificar que las zonas industriales se encuentran dentro del área de estudio y ofrece una visión global de la ubicación de cada una de ellas. Estas zonas fueron seleccionadas debido a sus diferentes necesidades en cuanto a rutas, lo que requiere una planificación específica y adaptada para cada una de las cuatro rutas analizadas.

La planificación dentro de esta propuesta su objetivo principal es dar a conocer el tiempo y los kilómetros que toma de cada una de estas zonas industriales a los primeros tramos dentro de las rutas, y de esta planificación poder brindar una mejora u optimización de las rutas y conocer la más apropiada para cada uno de estos sectores.

Se procede a evaluar las distancias y tiempos de las zonas industriales con la ayuda de Google Maps, de esta manera se puede conocer en tiempo real la distancia en kilómetros y el tiempo que toma dirigirse a cada tramo de las rutas, se ha considerado a los tramos que se dirigen a Alóag y Los Bancos como tramos iniciales para cada una de las rutas.

3.2.1. *Parque Industrial Calacalí Park*

El sector industrial de Calacalí se caracteriza por ser una de las zonas que está más al Norte de la Ciudad de Quito esto se muestra en la **Figura 12** tomando en cuenta las condiciones del tiempo y kilómetros.

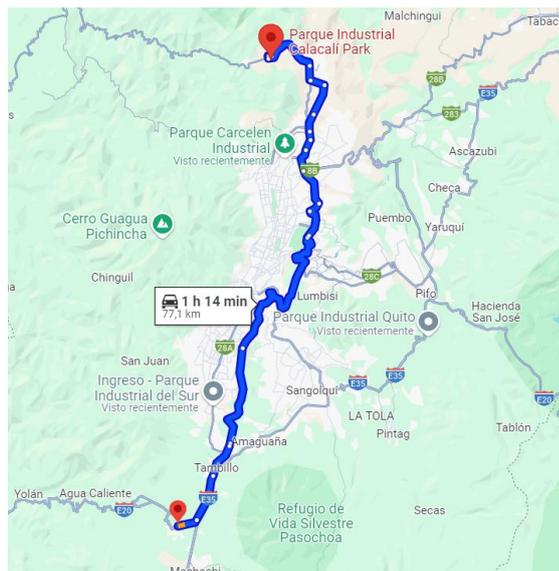


Figura 12 Parque Industrial Calacalí Park hacia Alóag (Maps 2024)

Esta ruta, que conecta el parque industrial de Calacalí con Alóag, tiene una duración estimada de 1 hora y 14 minutos, cubriendo una distancia de 77,1 km. El trayecto incluye el recorrido completo por la Avenida Simón Bolívar hasta llegar a Alóag. Desde este punto, se inicia el recorrido hacia Guayaquil, considerando las rutas que se derivan de este tramo.

La **Figura 13** muestra la ruta y el tiempo estimado que tomará desde el punto inicial (kilómetro cero) el parque industrial Calacalí Park hasta los Bancos.

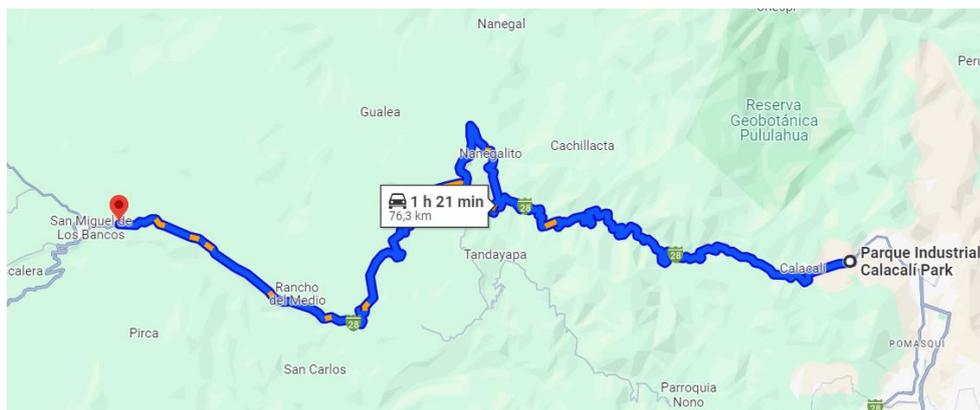


Figura 13 Parque Industrial Calacalí Park hacia San Miguel de los Bancos (Maps 2024)

En el tramo estudiado desde Calacalí Park, hasta San Miguel de los Bancos el tiempo registrado por Google Maps es de 1 hora 21 minutos y la distancia recorrida es de 76,3 km. Este tiempo y distancia se debe considerar puesto que a partir de estos datos se iniciarán las demás rutas ya mencionadas.

3.2.2. *Itulpark*

En la zona industrial del sector de Pifo, conocida como Itulpark, se realizará el recorrido hacia Alóag, como se ilustra en la **Figura 14** estimando el tiempo y el recorrido que se tiene que hacer desde este sector industrial hasta Alóag.

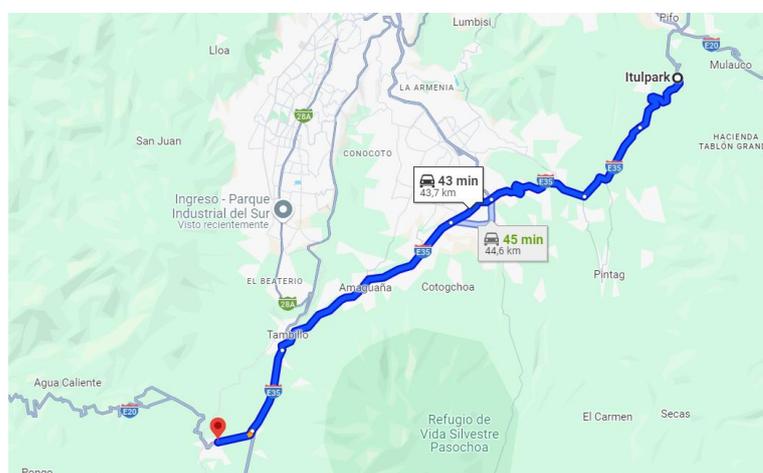


Figura 14 Itulpark hacia Alóag (Maps 2024)

En este recorrido dirigido de Itulpark hacia Alóag se muestran dos posibles rutas hacia Alóag, por fines de optimización y mejora se escogerá la ruta con menos tiempo y con menos kilómetros a recorrer siendo esta la ruta señalada, con 43 minutos de distancia de un punto a otro y 43,7 kilómetros a recorrer.

Desde la zona industrial de Itulpark hacia en tramo de San Miguel de los Bancos se realizará y se tomará de igual manera el tiempo y los kilómetros que toma este tramo, esto se muestra en la **Figura 15** resaltando el camino escogido por Maps.

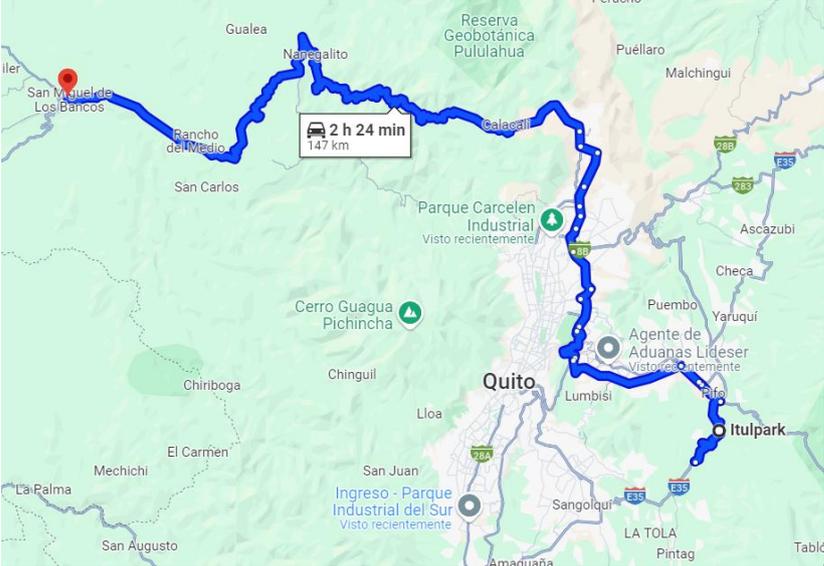


Figura 15 Itulpark hacia San Miguel de los Bancos (Maps 2024)

El recorrido que muestra esa ruta desde Itulpark hacia San Miguel de los Bancos nos muestra un tiempo de 2 horas y 24 minutos y una distancia de 147 kilómetros a recorrer, esto de un punto a otro y comenzar con el resto de los tramos.

3.2.3. Parque Industrial del Sur

La última zona industrial la cual se va a calcular parte desde el Sur del distrito Metropolitano, esta zona denominada como el Parque Industrial de Turubamba siendo este el kilómetro cero para dirigirse hacia Alóag **Figura 16**.



Figura 16 Parque Industrial del Sur a hacia Alóag (Maps 2024)

Se muestra que desde el Parque industrial del Sur partiendo como kilómetro cero hasta Alóag se demora un total de 18 minutos, y una distancia en kilómetros de 19,1km, para comenzar con el resto del trayecto hacia Guayaquil que es el punto de destino.

Además del tramo desde el Parque Industrial del Sur hacia San Miguel de los Bancos mostrada en la **Figura 17**, tomando en cuenta el kilometraje de un punto a otro y el tiempo estimado que tomara recorrer todo el tramo, esto se muestra en la figura a continuación.

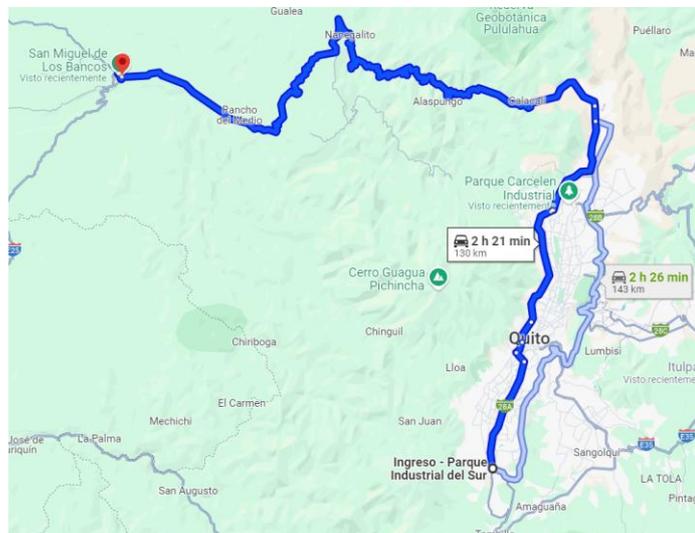


Figura 17 Parque Industrial del Sur hacia San Miguel de los Bancos (Maps 2024)

Se puede observar dentro de esta ruta que existen dos alternativas para llegar al punto San Miguel de los Bancos, por ende y por fines de optimización se escogió el que tiene menos tiempo y menos kilometraje, esto nos da un tiempo estimado de 2 horas y 21 minutos y un kilometraje de 130 kilómetros a recorrer para llegar al destino.

Dentro de la siguiente tabla sabiendo todos los resultados mostrados desde los sectores industriales hacia los puntos iniciales se muestra los resultados hacia Alóag en la **Tabla 1** mostrando el sector industrial, el kilometraje y el tiempo que toma recorrer este tramo.

Tabla 1 Tiempos y kilómetros hacia Alóag

ALÓAG

SECTOR INDUSTRIAL	KILOMETROS	TIEMPO
<i>Parque Industrial Calacalí Park</i>	77,1	1:14:00
<i>Itulpark</i>	43,7	0:43:00
<i>Parque industrial del Sur</i>	19,1	0:18:00

Sabiendo la distancia estimada en kilómetros y el tiempo estimado de cada una de las zonas industriales a los tramos iniciales de cada una de las rutas, se engloba toda esta información dentro de la siguiente tabla mostrando de manera más general y específica la zona industrial, el tiempo estimado y la distancia recorrida en kilómetros a los tramos iniciales hacia San Miguel de los Bancos en la **Tabla 2**.

Tabla 2 Tiempos y Kilómetros hacia San Miguel de los Bancos

SAN MIGUEL DE LOS BANCOS

SECTOR INDUSTRIAL	KILOMETROS	TIEMPO
<i>Parque Industrial Calacalí Park</i>	76,3	1:21:00
<i>Itulpark</i>	147	2:24:00
<i>Parque industrial del Sur</i>	130	2:21:00

Estos datos preliminares de tiempo y kilometraje desde cada uno de los sectores industriales hasta los puntos de partida de las 4 rutas principales de Liderser deben tomarse en cuenta para cuando se esté optimizando las rutas de transporte.

Para lograr la optimización de las cuatro rutas se procede a adicionar el tiempo de cada sector industrial y el kilometraje, mediante la aplicación de una hoja electrónica de Excel y con la herramienta Solver se procederá a realizar un análisis dentro de tiempo y distancia, Dijkstra ayuda visualizando los nodos o puntos de referencia la distancia y tiempos entre ellos.

La presente propuesta trata de mejorar las rutas los tiempos y el kilometraje empleado en las rutas de transporte de Liderser, para ello se consideran todos los datos previamente analizados y se realiza una sumatoria de distancias y tiempos de todos los puntos intermedios desde el punto de partida hasta el punto de llegada, esto se sintetiza en las siguientes figuras que muestran las rutas A, B, C y D.

Dentro de la **Figura 18** se muestran los datos de todas las rutas A-B-C-D partiendo desde la zona industrial de Calacalí, esto agregando el tiempo y kilómetro de este parque industrial a todas las rutas, además se observa el tiempo en minutos de cada uno de los tramos.

PARQUE INDUSTRIAL CALACALI PARK					
RUTA "A"					
Nº	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO	
1	Calacali Park	Aloag	77,10	1:14:00	74
2	Alóag	Santo Domingo	87,40	2:24:00	144
3	Santo Domingo	Quevedo	117,40	3:05:00	185
4	Quevedo	Guayaquil	149,80	3:44:00	224
RUTA "B"					
1	Calacali Park	Los Bancos	76,3	1:21:00	81
2	Los Bancos	Santo Domingo	90,6	1:46:00	106
3	Santo Domingo	Quevedo	117,4	2:55:00	175
4	Quevedo	Guayaquil	149,8	3:44:00	224
RUTA "C"					
1	Calacali Park	Alóag	77,1	1:14:00	74
2	Alóag	La Mana	136,6	2:53:00	173
3	La Mana	Quevedo	72,6	1:37:00	97
4	Quevedo	Guayaquil	149,8	3:44:00	224
RUTA "D"					
1	Calacali Park	Alóag	77,1	1:14:00	74
2	Alóag	Guaranda	224,6	4:52:00	292
3	Guaranda	Babahoyo	146,9	3:31:00	211
4	Babahoyo	Guayaquil	60,1	1:13:00	73

Figura 18 Datos finales sobre las Rutas A-B-C-D desde Calacalí Park

Dentro de la **Figura 19** se muestra el parque industrial ubicado en Pifo denominado como Itulpark, muestra sus tramos así como los kilómetros y el tiempo que toma cada uno de ellos, mostrando de esta manera la ruta A-B-C-D dese el punto de origen de Itulpark.

ITULPARK					
RUTA "A"					
Nº	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO	
1	ITULPARK	Aloag	43,70	0:43:00	43
2	Alóag	Santo Domingo	87,40	2:24:00	144
3	Santo Domingo	Quevedo	117,40	3:05:00	185
4	Quevedo	Guayaquil	149,80	3:44:00	224
RUTA "B"					
1	ITULPARK	Los Bancos	147	2:24:00	144
2	Los Bancos	Santo Domingo	90,6	1:46:00	106
3	Santo Domingo	Quevedo	117,4	2:55:00	175
4	Quevedo	Guayaquil	149,8	3:44:00	224
RUTA "C"					
1	ITULPARK	Alóag	43,7	0:43:00	43
2	Alóag	La Mana	136,6	2:53:00	173
3	La Mana	Quevedo	72,6	1:37:00	97
4	Quevedo	Guayaquil	149,8	3:44:00	224
RUTA "D"					
1	ITULPARK	Alóag	43,7	0:43:00	43
2	Alóag	Guaranda	224,6	4:52:00	292
3	Guaranda	Babahoyo	146,9	3:31:00	211
4	Babahoyo	Guayaquil	60,1	1:13:00	73

Figura 19 Datos finales sobre las Rutas A-B-C-D desde Itulpark

Para el último sector industrial denominado como parque industrial del sur, en la siguiente **Figura 20** se muestra los datos desde el parque industrial del sur para cada una de las rutas A-B-C-D se muestran los kilómetros y el tiempo que toma de un tramo a otro.

PARQUE INDUSTRIAL DEL SUR					
RUTA "A"					
Nº	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO	
1	Parque industrial del sur	Aloag	19,1	0:18:00	18
2	Alóag	Santo Domingo	87,40	2:24:00	144
3	Santo Domingo	Quevedo	117,40	3:05:00	185
4	Quevedo	Guayaquil	149,80	3:44:00	224
RUTA "B"					
1	Parque industrial del Sur	Los Bancos	130	2:21:00	141
2	Los Bancos	Santo Domingo	90,6	1:46:00	106
3	Santo Domingo	Quevedo	117,4	2:55:00	175
4	Quevedo	Guayaquil	149,8	3:44:00	224
RUTA "C"					
1	Parque industrial del Sur	Alóag	19,1	0:18:00	18
2	Alóag	La Mana	136,6	2:53:00	173
3	La Mana	Quevedo	72,6	1:37:00	97
4	Quevedo	Guayaquil	149,8	3:44:00	224
RUTA "D"					
1	Parque Industrial del Sur	Alóag	19,1	0:18:00	18
2	Alóag	Guaranda	224,6	4:52:00	292
3	Guaranda	Babahoyo	146,9	3:31:00	211
4	Babahoyo	Guayaquil	60,1	1:13:00	73

Figura 20 Datos finales sobre las Rutas A-B-C-D desde Parque Industrial del Sur

3.3. Algoritmo de DJIKSTRA

Una vez obtenidos todos los datos finales de todas las rutas, se utiliza el Solver para optimizar y encontrar la ruta más corta, realizando el análisis ruta por ruta de manera individual. Posteriormente se utiliza Dijkstra para verificar los nodos, los tiempos y las distancias.

Se muestra en las figuras la salida desde Calacalí Park, Itulpark y parque industrial del Sur todas las rutas de manera general y la distancia en km entre una y otra, el número que está en paréntesis representa el nodo el cual pertenece la ruta es decir que los sectores industriales son el nodo 1 y termina en Guayaquil siendo este el nodo 9, esto principalmente es para el manejo de datos sea más eficiente dentro de la propuesta.

- **Parque Industrial de Calacalí Park.**

La **Figura 21** muestra la utilización de Dijkstra para visualizar los puntos, las distancias y los tiempos desde el parque industrial de Calacalí hasta Guayaquil, en este caso se puede verificar la existencia de 9 nodos cada uno con su respectivo nombre, también se puede visualizar la distancia en kilómetros y el tiempo empleado en minutos, entre cada nodo.

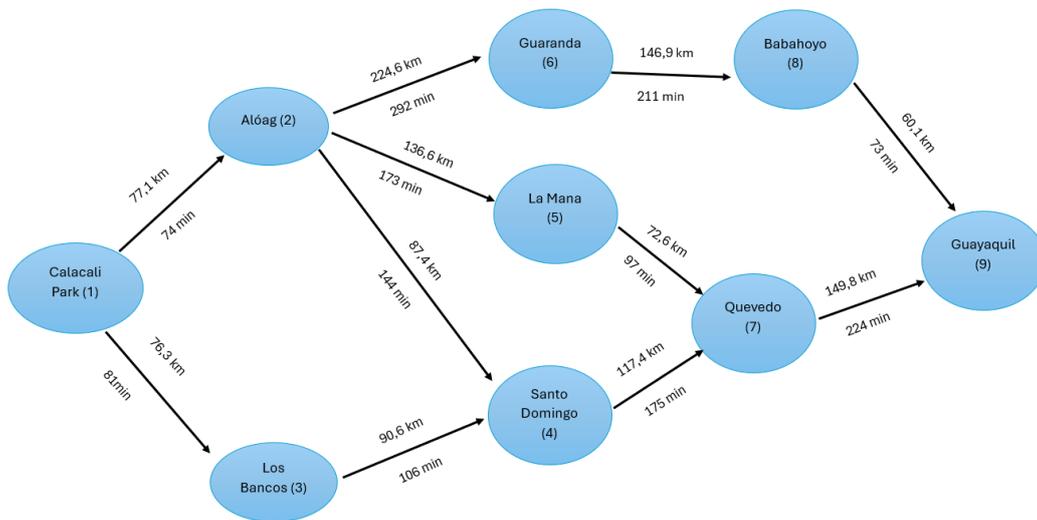


Figura 21 Algoritmo DJIKSTRA de Calacalí Park

- **Itulpark**

En la **Figura 22** muestra la utilización de Dijkstra para visualizar los puntos, las distancias y los tiempos desde el parque industrial Itulpark hacia Guayaquil, se muestran 9 nodos en toda la ruta, también se visualiza la distancia en kilómetros y el tiempo empleado en minutos, entre cada nodo.

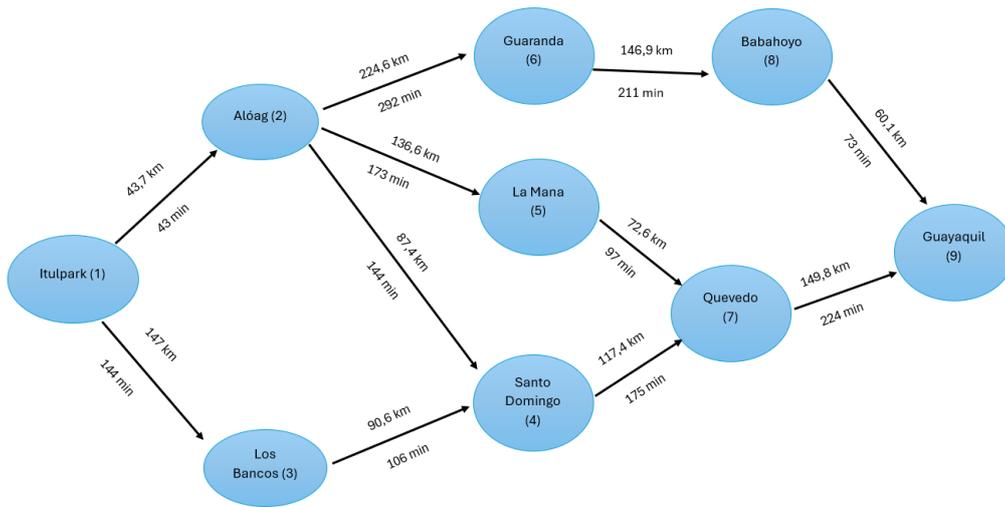


Figura 22 Algoritmo DIJKSTRA desde Itulpark

- **Parque Industrial del Sur**

La Figura 21 muestra la utilización de Dijkstra para visualizar los puntos, las distancias y los tiempos desde el parque industrial del sur hacia Guayaquil. Se muestran los 9 nodos y su tiempo en minutos al igual que la distancia en kilómetros, esto de un nodo a otro.

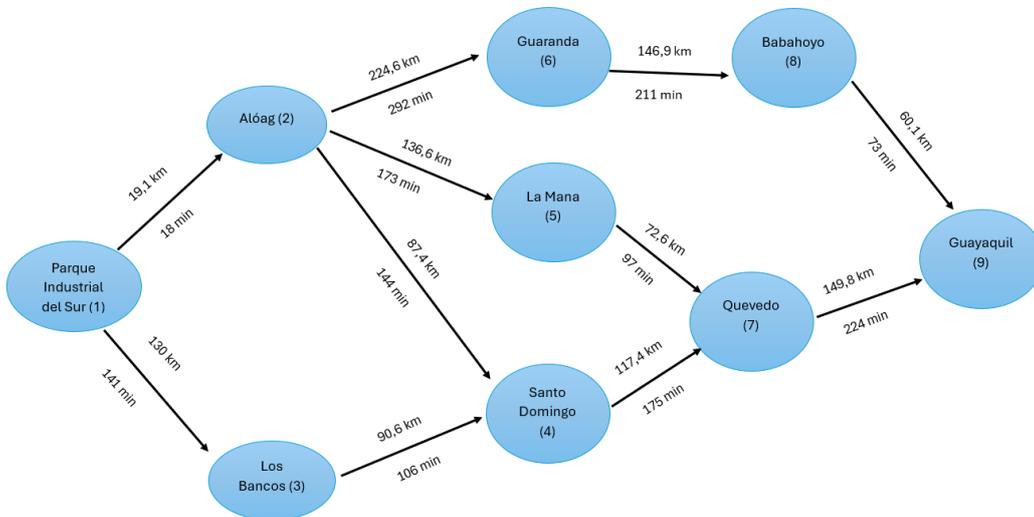


Figura 23 Algoritmo DIJKSTRA desde Parque Industrial del Sur

A partir de estos datos, se procedió a optimizar las rutas mediante un Solver, identificando la ruta más corta. Posteriormente, se realizó un análisis económico basado en la ruta seleccionada, evaluando su eficiencia en términos de reducción de kilómetros y tiempos. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de costos, enfocado en el gasto de combustible por cada ruta.

3.4.Solver en la optimización de rutas.

En este apartado del capítulo se utilizará la herramienta Solver dentro de la optimización de rutas, esto basándonos en tres tipos de condiciones las cuales se pueden optimizar, el kilometraje total o la distancia, el tiempo que toma cada ruta basándose en minutos y por último el costo de combustible utilizado en todo el trayecto de la ruta.

Bajo estas condiciones, es posible optimizar aspectos clave como la selección de las distancias más cortas entre puntos, el tiempo estimado para completar el trayecto desde las diferentes zonas industriales hasta el destino final, Guayaquil, y el costo asociado a cada uno de estos recorridos. Para ello, se realiza un análisis previo del consumo de combustible por kilómetro en cada trayecto. Estos tres aspectos distancia, tiempo y costo, serán evaluados y optimizados para cada uno de los sectores industriales.

En la **Figura 24** se muestra como está basado el modelo en Solver, esta es la tabla de Nodos, los cuales están las variables que representa de que nodo a que nodo está viajando es decir X1 representa el punto de origen y X9 representa el destino final, las columnas de origen y destino los cuales se va a colocar los nombres de los tramos, la columna tres representa las variables binarias de decisión es decir si en alguna sección está incluido el 1 es la ruta optima, si no está incluido no forma parte de la ruta optima, y en la columna cuatro se muestra los Km de un tramo a otro el tiempo que toma o el combustible utilizado.

VARIABLE	NODOS		0-1	Km/ Tiempo/ Combustible
	ORIGEN	DESTINO		
X1-X2				
X1-X3				
X2-X4				
X2-X5				
X2-X6				
X3-X4				
X4-X7				
X5-X7				
X6-X8				
X7-X9				
X8-X9				

Figura 24 Tabla de mejora vacía

En la **Figura 25** se muestra las restricciones las cuales van a utilizarse dentro de Solver, se pueden apreciar 3 columnas: los nodos de toda la ruta, el Flujo neto indica el flujo que entra o sale de cada nodo, y por último la restricción binaria su función principal es dentro del Solver

que los datos de Flujo neto sean iguales, por lo que se muestra un 1 en el primer nodo y un -1 que representa la que la ruta se ha completado.

RESTRICCIONES		
NODO	FLOJO NETO	Restricción Binaria
1	1	1
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	-1	-1

Figura 25 Restricciones de la tabla de mejora

3.5.Optimización en Distancias (Km) y en Tiempo (minutos)

Basándose en las distancias en kilómetros se recolectaron los datos finales de cada una de las rutas de transporte de las 3 diferentes zonas industriales en las que se ha basado la presente propuesta, los cuales están mostrados en las figuras previas de Calacalí Park, Itulpark y Parque industrial del Sur mencionados anteriormente.

- **Calacalí Park**

Teniendo en cuenta las rutas y las distancias en kilómetros se ha tomado como punto cero el parque industrial de Calacalí Park se ha completado con los datos de nodo de origen y destino y los kilómetros de un punto a otro, luego considerando las restricciones para las 4 rutas, previamente analizadas mediante Dijkstra y los resultados de la optimización de distancias, se ha logrado obtener los resultados mostrados en la **Figura 26**.

VARIABLE	NODOS		KILOMETROS	
	ORIGEN	DESTINO	0-1	Km
X1-X2	1	2	1	77,1
X1-X3	1	3	0	76,3
X2-X4	2	4	1	87,4
X2-X5	2	5	0	136,6
X2-X6	2	6	0	224,6
X3-X4	3	4	0	90,6
X4-X7	4	7	1	117,4
X5-X7	5	7	0	72,6
X6-X8	6	8	0	146,9
X7-X9	7	9	1	149,8
X8-X9	8	9	0	60,1

RUTA MAS CORTA Km	431,7
--------------------------	--------------

Figura 26 Optimización de rutas en kilómetros desde Calacalí Park

Tras analizar el rendimiento en kilómetros de la zona industrial de Calacalí, se identificó que la ruta más corta para completar el trayecto corresponde a los nodos 1-2-4-7-9. Esta ruta, denominada Ruta A que conecta Calacalí- Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil una distancia total de 431,7 km.

Dentro de la siguiente **Figura 27** se muestra la matriz en Solver en minutos encontrando la ruta más corta siguiendo las mismas restricciones mostradas previamente, teniendo como kilómetro cero el Parque Industrial de Calacalí, realizando la optimización en minutos desde Calacalí Park.

VARIABLE	NODOS		0-1	MINUTOS
	ORIGEN	DESTINO		
X1-X2	1	2	1	74
X1-X3	1	3	0	81
X2-X4	2	4	0	144
X2-X5	2	5	1	173
X2-X6	2	6	0	292
X3-X4	3	4	0	106
X4-X7	4	7	0	175
X5-X7	5	7	1	97
X6-X8	6	8	0	211
X7-X9	7	9	1	224
X8-X9	8	9	0	73

RUTA MAS CORTA Minutos	568
	9:28

Figura 27 Optimización de rutas en minutos desde Calacalí Park

Al analizar el rendimiento en tiempo desde Calacalí Park, se determinó que la ruta más óptima es la Ruta C que conecta Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil con una duración estimada de 568 minutos, equivalentes a 11 horas y 12 minutos siendo la ruta más rápida desde este sector industrial.

- **Itulpark**

Para el sector industrial ubicada en el sector de Pifo denominado como Itulpark, se procedió a realizar el mismo procedimiento para hallar la ruta más corta en kilómetros desde sector industrial hasta Guayaquil siendo el punto final del trayecto, teniendo en Dijkstra el cual nos muestra el camino y la distancia de un nodo a otro mostrado los resultados en la **Figura 28**.

VARIABLE	NODOS		0-1	DISTANCIA
	ORIGEN	DESTINO		
X1-X2	1	2	1	43,7
X1-X3	1	3	0	144
X2-X4	2	4	1	87,4
X2-X5	2	5	0	136,6
X2-X6	2	6	0	224,6
X3-X4	3	4	0	90,6
X4-X7	4	7	1	117,4
X5-X7	5	7	0	72,6
X6-X8	6	8	0	146,9
X7-X9	7	9	1	149,8
X8-X9	8	9	0	60,1

RUTA MAS CORTA	398,3
-----------------------	--------------

Figura 28 Optimización de rutas en kilómetros desde Itulpark

Como se puede apreciar los resultados muestran los nodos de origen y destino con la distancia respectiva, además los binarios 0 y 1 muestran la ruta más corta (aquellas que poseen 1). Bajo estas consideraciones la ruta más corta para Itulpark- Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil es de 398,3 Km

La mejora de las rutas desde Itulpark basándonos en minutos se muestra en la **Figura 29** mostrando los minutos en cada uno de los tramos y el resultado mostrado en la matriz de Solver teniendo los resultados desde el sector de Pifo y el tiempo estimado de la ruta más corta.

VARIABLE	NODOS			MINUTOS
	ORIGEN	DESTINO	0-1	
X1-X2	1	2	1	43
X1-X3	1	3	0	144
X2-X4	2	4	0	144
X2-X5	2	5	1	173
X2-X6	2	6	0	292
X3-X4	3	4	0	106
X4-X7	4	7	0	175
X5-X7	5	7	1	97
X6-X8	6	8	0	211
X7-X9	7	9	1	224
X8-X9	8	9	0	73

RUTA MAS CORTA Minutos	537
	8:57

Figura 29 Optimización de rutas en minutos desde Itulpark

Como se puede apreciar los resultados muestran los nodos de origen y destino con la distancia respectiva, además los binarios 0 y 1 muestran la ruta más corta en minutos (aquellas que poseen 1). Bajo estas consideraciones la ruta más corta para Itulpark- Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil es de 537 minutos.

- **Parque Industrial del Sur**

En la **Figura 30** se muestra la mejora partiendo desde el punto cero como el nodo de inicio y el nodo nueve el destino final siendo este Guayaquil, esto tomando en cuenta el Dijkstra el cual muestra la distancia en kilómetros, desde el punto de origen siendo el Parque industrial del Sur.

VARIABLE	NODOS			DISTANCIA
	ORIGEN	DESTINO	0-1	
X1-X2	1	2	1	19,1
X1-X3	1	3	0	141
X2-X4	2	4	1	87,4
X2-X5	2	5	0	136,6
X2-X6	2	6	0	224,6
X3-X4	3	4	0	90,6
X4-X7	4	7	1	117,4
X5-X7	5	7	0	72,6
X6-X8	6	8	0	146,9
X7-X9	7	9	1	149,8
X8-X9	8	9	0	60,1

RUTA MAS CORTA	373,70
-----------------------	---------------

Figura 30 Optimización de rutas en kilómetros desde Parque industrial del Sur

Como se puede apreciar los resultados muestran los nodos de origen y destino con la distancia respectiva, además los binarios 0 y 1 muestran la ruta más corta (aquellas que poseen 1). Bajo estas consideraciones la ruta más corta para Parque Industrial Sur- Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil es de 373,70 Km.

Dentro de la **Figura 31** se observa la optimización realizada en base al tiempo desde la zona industrial hasta Guayaquil, al igual que en la optimización de tiempos de las anteriores zonas industriales se observa que la Ruta C es la mejor opción.

VARIABLE	NODOS		0-1	DISTANCIA
	ORIGEN	DESTINO		
X1-X2	1	2	1	18
X1-X3	1	3	0	141
X2-X4	2	4	0	144
X2-X5	2	5	1	173
X2-X6	2	6	0	292
X3-X4	3	4	0	106
X4-X7	4	7	0	175
X5-X7	5	7	1	97
X6-X8	6	8	0	211
X7-X9	7	9	1	224
X8-X9	8	9	0	73

RUTA MAS CORTA	512
	8:32

Figura 31 Optimización de rutas en minutos desde Parque industrial del Sur

Como se puede apreciar los resultados muestran los nodos de origen y destino con la distancia respectiva, además los binarios 0 y 1 muestran la ruta más corta (aquellas que poseen 1). Bajo estas consideraciones la ruta más corta para Parque Industrial del Sur- Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil es de 512 minutos.

3.6.Optimización en Combustible (monetario).

Para el análisis de combustible se realizó previamente una investigación dentro de la compañía y se obtuvo el rendimiento del combustible por km y el costo de cada galón de combustible teniendo en cuenta que al ser camiones o tráilers, el combustible a utilizar es Diesel, la siguiente **Tabla 3** muestra los datos recolectados para observar el rendimiento de cada galón de Diesel y su valor. Estos datos fueron proporcionados por la empresa de acuerdo con el costo actual del Diesel en el Ecuador.

Tabla 3 Análisis de datos de Diesel

ANALISIS DEL DIESEL

Descripción	Valor	Medida
Valor del galón del Diesel	1,79	\$
Rendimiento del galón	6,66	Km/gl

Para encontrar el valor del gasto de combustible es dividir la distancia en Km para el rendimiento del galón y esto por 1,79\$ que es lo que cuesta el galón de Diesel, esto se hará para cada una de las rutas es decir A-B-C-D partiendo como kilómetro cero las zonas industriales siendo estas Calacalí Park, Itulpark, Parque industrial del Sur. Para ello nos hemos basado en las figuras previamente optimizadas en distancia debido a que estas poseen la columna del kilometraje que es esencial para poder calcular el gasto total del combustible.

- **Calacalí Park**

Como punto de partida la zona industrial de Calacalí o denominada como Calacalí Park se realizará el análisis y el gasto de combustible por cada ruta, esto para determinar, que tipo de ruta es más efectiva en cuestión de combustible, se muestra en la **Figura 32** el cálculo y la optimización del gasto de combustible y cuál es la más beneficiosa para la empresa.

VARIABLE	NODOS		0-1	Km	Gasto de combustible
	ORIGEN	DESTINO			
X1-X2	1	2	1	77,1	20,72
X1-X3	1	3	0	76,3	20,51
X2-X4	2	4	1	87,4	23,49
X2-X5	2	5	0	136,6	36,71
X2-X6	2	6	0	224,6	60,37
X3-X4	3	4	0	90,6	24,35
X4-X7	4	7	1	117,4	31,55
X5-X7	5	7	0	72,6	19,51
X6-X8	6	8	0	146,9	39,48
X7-X9	7	9	1	149,8	40,26
X8-X9	8	9	0	60,1	16,15

RUTA MAS CORTA Km **116,03**

ANALISIS DEL DIESEL		
Descripción	Valor	Medida
Valor del galón del Diesel	1,79	\$
Rendimiento del galón	6,66	Km/gl

Figura 32 Gasto de combustible desde Calacalí

Se muestra que el gasto de combustible desde la zona industrial de Calacalí es de 116,03, siendo la ruta más efectiva para ahorrar más combustible y minimizar las pérdidas la ruta “A” siendo como punto cero Calacalí Park y el destino Guayaquil, teniendo en cuenta que el rendimiento por galón de combustible es de 6,66km/gl y el valor de cada uno de los galones es de 1 dólar y 79 centavos.

- **Itulpark**

Dentro de la **Figura 33** se muestra el análisis realizado para el gasto de combustible partiendo desde la zona de Itulpark, se presenta la información y la optimización, teniendo en cuenta que se calcula este gasto en unidades monetarias:

VARIABLE	NODOS		0-1	Km	Gasto de combustible
	ORIGEN	DESTINO			
X1-X2	1	2	1	43,7	11,75
X1-X3	1	3	0	144	38,70
X2-X4	2	4	1	87,4	23,49
X2-X5	2	5	0	136,6	36,71
X2-X6	2	6	0	224,6	60,37
X3-X4	3	4	0	90,6	24,35
X4-X7	4	7	1	117,4	31,55
X5-X7	5	7	0	72,6	19,51
X6-X8	6	8	0	146,9	39,48
X7-X9	7	9	1	149,8	40,26
X8-X9	8	9	0	60,1	16,15

RUTA MAS CORTA Km **107,05**

ANALISIS DEL DIESEL		
Descripción	Valor	Medida
Valor del galón del Diesel	1,79	\$
Rendimiento del galón	6,66	Km/gl

Figura 33 Gasto de combustible desde Itulpark

Partiendo desde la zona de Itulpark, el análisis del gasto de combustible desde este sector industrial se muestra que es un gasto de 107,55 esto sabiendo que se utilizara la ruta “A” que partiría desde Itulpark- Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil.

- **Parque Industrial del Sur**

Desde el sector industrial del sur denominado como Parque industrial del Sur se analizó y se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la **Figura 34**.

NODOS					
VARIABLE	ORIGEN	DESTINO	0-1	Km	Gasto de combustible
X1-X2	1	2	1	19,1	5,13
X1-X3	1	3	0	141	37,90
X2-X4	2	4	1	87,4	23,49
X2-X5	2	5	0	136,6	36,71
X2-X6	2	6	0	224,6	60,37
X3-X4	3	4	0	90,6	24,35
X4-X7	4	7	1	117,4	31,55
X5-X7	5	7	0	72,6	19,51
X6-X8	6	8	0	146,9	39,48
X7-X9	7	9	1	149,8	40,26
X8-X9	8	9	0	60,1	16,15

RUTA MAS CORTA Km **100,44**

ANALISIS DEL DIESEL		
Descripción	Valor	Medida
Valor del galón del Diesel	1,79	\$
Rendimiento del galón	6,66	Km/gal

Figura 34 Gasto de combustible desde Parque Industrial del Sur

Analizando estos resultados se muestra que desde el sector industrial del sur la ruta con menos gasto económico de combustible es la Ruta “A” esto con 100,44 dólares gastado a lo largo de todo el trayecto, teniendo en cuenta el rendimiento por galón y el precio previamente estipulado.

3.7.Simulación de Rutas

En este apartado del capítulo, se procede a simular todas las rutas con el objetivo de validar, mediante datos obtenidos en el programa, la efectividad de la optimización de las rutas de transporte. Para ello, se consideran los sectores industriales definidos como punto de partida (kilómetro cero) y el destino final, la ciudad de Guayaquil.

Los resultados de las simulaciones se centrarán en identificar la ruta óptima en tres categorías: la menor distancia en kilómetros, el menor tiempo en minutos y el menor gasto de combustible. De esta forma, se podrán validar los resultados y simular las principales rutas que podrían generar mayores beneficios para la empresa. Dado que los sectores industriales analizados son tres se realizaron tres optimizaciones por cada uno, se simulará la ruta más eficiente en cada categoría de mejora para cada sector industrial.

Previo a la simulación dentro de la herramienta de FlexSim, se configuró de acuerdo con las rutas a simular se asignó los tramos correspondientes y permitió que el programa simule las diferentes rutas que han sido seleccionadas es decir la mejor en cada apartado, se simuló que el tráiler dentro del programa llevaría una mercadería desde la zona industrial hasta Guayaquil, se toma el tiempo, la distancia en Km y el gasto de combustible.

- **Calacalí Park**

Desde el sector industrial de Calacalí se muestra que dentro de la primera etapa de optimización de rutas es decir la distancia en kilómetros la ruta más efectiva es la ruta “A” esta ruta la cual sus tramos son Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil con una distancia en kilómetros de 431,7 km totales en toda la ruta se muestra en la **Figura 35** la simulación de esta ruta partiendo desde Calacalí Park.

La simulación realizada desde el sector industrial de Calacalí está basada en el gasto del combustible con la finalidad de encontrar la ruta que consume menos. Se llegó a determinar que la ruta “A” es la que tiene menor gasto de combustible siendo un total de 116,03, dólares, comprobándose que es la misma ruta que tiene la menor distancias en base a los kilómetros mostrada en la **Figura 35**.

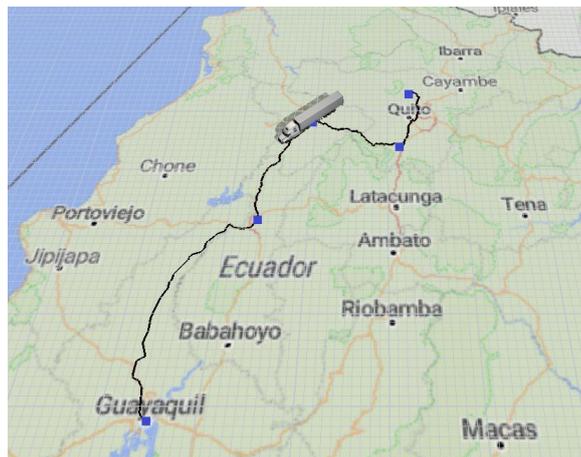


Figura 35 Simulación de la Ruta “A” desde Calacalí Park

En la segunda mejora que es el tiempo total de las rutas en minutos se puede observar que para el sector industrial de Calacalí Park la ruta con menos minutos es la ruta “C” siendo este trayecto desde Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil con un tiempo de 9 horas y 28 minutos se muestra en la **Figura 36** la simulación de esta mejora.

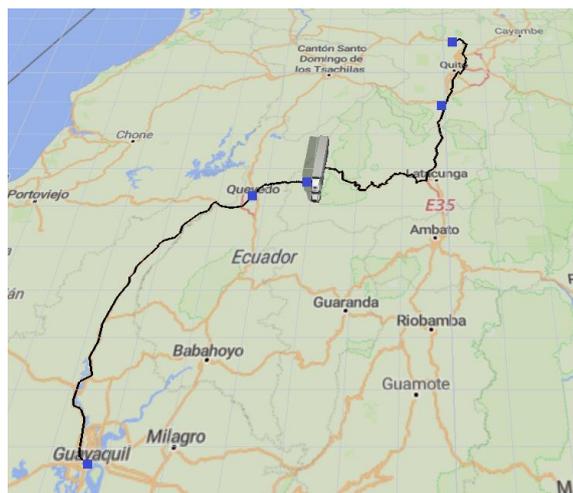


Figura 36 Simulación de la Ruta “C” desde Calacalí Park

- **Itulpark**

Desde el parque industrial localizado en Pifo denominado como Itulpark se muestra los resultados obtenidos de la primera sección de mejora siendo esta la distancia en kilómetros partiendo desde el sector industrial Itulpark hasta Guayaquil, siendo la ruta óptima la “A” con los tramos de Alóag- Santo Domingo- Quevedo- Guayaquil con una distancia total de 398,3 kilómetros, se muestra en la **Figura 37** su optimización.

El análisis del combustible y su rendimiento dentro de las rutas partiendo desde Itulpark se muestra que la ruta más óptima en cuestión de gasto de combustible es la ruta “A” al igual que la menor distancia en kilómetros, por ende su simulación ya se muestra dentro de la **Figura 37**.

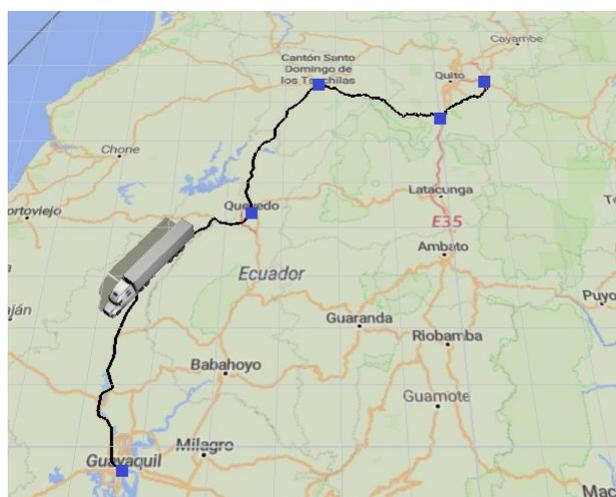


Figura 37 Simulación de la Ruta “A” desde Itulpark

En lo que respecta al tiempo desde el sector industrial de Pifo se observa dentro de su optimización que la ruta óptima en cuestión de tiempo en horas y minutos es la ruta “C” que va desde Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil con un tiempo en total de 8 horas y 57 minutos partiendo como punto cero el sector industrial de Itulpark, se muestra en la **Figura 38** la ruta más óptima en minutos.

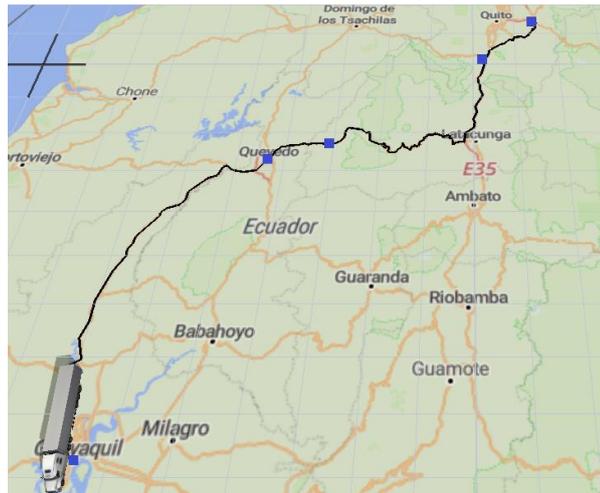


Figura 38 Simulación de la Ruta “C” desde Itulpark

- **Parque Industrial del Sur**

En base al último sector industrial considerado en esta propuesta de mejora, y tomando en cuenta la optimización de la distancia en kilómetros, se determina que la ruta más corta hacia Guayaquil es la ruta 'A', con una distancia total de 373,7 kilómetros. La simulación de esta ruta se presenta en la **Figura 39**.

En lo que respecta al gasto de combustible, se puede observar que la ruta más adecuada es la “A”, puesto que es la de menor gasto con 100 dólares y 44 centavos, se debe considerar que es la ruta que parte del el Parque Industrial del Sur. Esto se muestra en la figura 39.



Figura 39 Simulación de la Ruta “A” desde Parque Industrial del Sur

En el ámbito del tiempo, se determinó que la ruta más rápida desde el Parque Industrial del Sur hasta Guayaquil es la Ruta 'C', con una duración de 8 horas y 32 minutos. La simulación de esta ruta se presenta en la **Figura 40**.

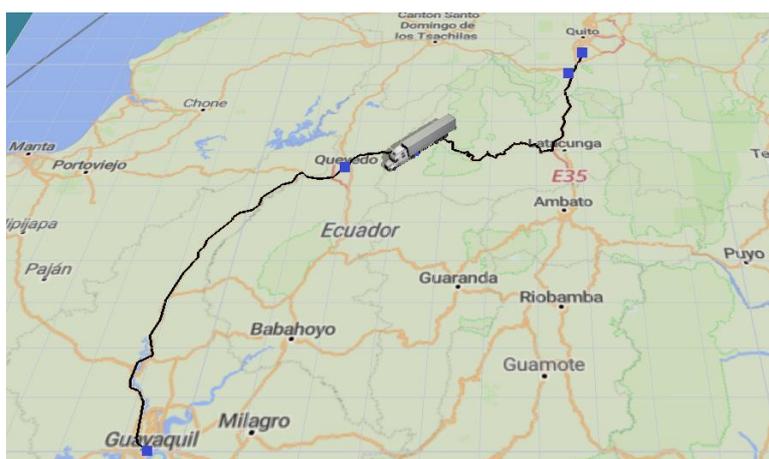


Figura 40 Simulación de la Ruta “C” desde Parque Industrial del Sur

3.8. Validación de simulación

En este apartado se analizan los resultados obtenidos a partir de los procesos y la simulación considerando el gasto de combustible y los kilómetros recorridos, la ruta más eficiente desde todos los sectores industriales es la Ruta A. Por otro lado, en términos de tiempo, la Ruta C se identifica como la más rápida en minutos, tomando como punto de origen los sectores industriales.

Por ende se discutirán los resultados basándonos en la simulación y la optimización dentro de Excel, se resaltan las rutas y la optimización partiendo desde cada sector industrial, por ello se

ha simulado toda la ruta “A” en un solo mapa teniendo en cuenta todos los sectores industriales, esto se muestra en la **Figura 41**. La figura muestra los sectores industriales ubicados en la parte superior, en el siguiente orden: Calacalí Park el más alejado; Itulpark en medio y Parque industrial del Sur el más cercano a Alóag, punto desde el cual parten las rutas.



Figura 41 Simulación de la Ruta “A” de todos los sectores industriales

Con el fin de rescatar y validar los datos que arroja el programa de simulación, se ha generado la figura 42, en la cual se muestra la distancia de total de los sectores industriales en la Ruta “A” en un gráfico de barras que nos permite visualizar la ruta más corta en kilómetros y por consiguiente la de menor gasto en combustible.

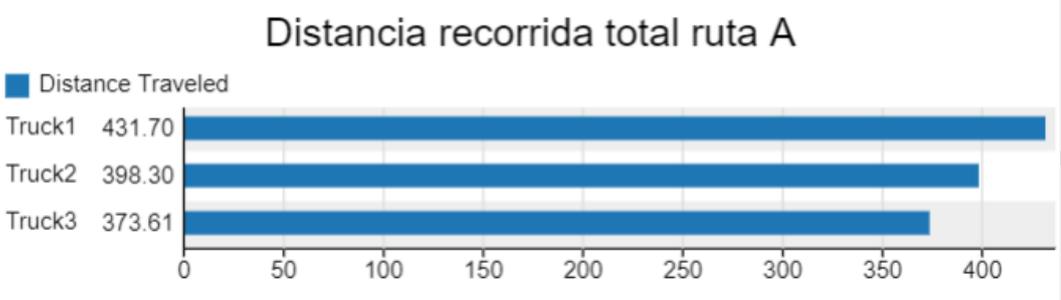


Figura 42 Distancia recorrida de la ruta “A” de todos los sectores industriales

Se muestra en la **Figura 42** la distancia total recorrida de toda la ruta desde todos los sectores industriales, el Truck 1 partió desde Calacali Park, el Truck 2 desde Itulpark y Truck 3 desde el Parque Industrial del Sur estos valores llegan a coincidir en la optimización de los kilómetros recorridos realizados para cada una de las rutas ya hechas en Solver.

La figura a continuación va a resaltar la distancia recorrida en kilómetros por hora de cada camión hasta llegar a su destino final, la **Figura 43** muestra estos partiendo desde Calacali Park.



Figura 43 Distancia recorrida por hora desde Calacali Park “A”

La figura a continuación va a resaltar la distancia recorrida en kilómetros por hora de cada camión hasta llegar a su destino final, la **Figura 44** muestra estos partiendo desde Itulpark.

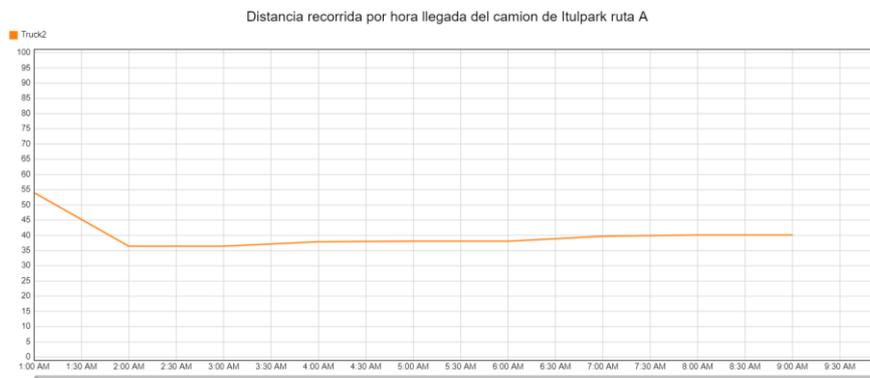


Figura 44 Distancia recorrida por hora desde Itulpark “A”

La figura a continuación mostradas va a resaltar la distancia recorrida en kilómetros por hora de cada camión hasta llegar a su destino final, la **Figura 45** muestra estos partiendo desde el Parque industrial del Sur.



Figura 45 Distancia recorrida por hora desde el Parque Industrial Sur “A”

Finalmente la **Figura 46** muestra a todas las rutas y su distancia en kilómetros recorrida por hora, cabe resaltar que este análisis se lo realizó al culminar con la última ruta está siendo la que parte desde el sector de Calacali Park mostrada como Truck 1 dentro del gráfico.



Figura 46 Distancia recorrida por hora de todos los sectores industriales "A"

Se puede apreciar que el Truck 3 sufre una caída debido a que la simulación de su ruta termina a los 373.61 kilómetros, al igual que el Truck 2 que se encuentra decayendo ya que termina a los 398.30 kilómetros, se muestra que todas las rutas tienden a estar en un rango de 36 siendo el pico bajo y 40 siendo el pico más alto, también se resalta que las rutas al inicio varían esto debido a que tienden a comenzar desde diferentes sectores industriales y el tiempo y las condiciones de la carretera, sin embargo llegan a estabilizarse a los 36 kilómetros.

Al igual que la ruta "A" se realiza el mismo seguimiento para la ruta "C" demostrando la veracidad y validación de los datos mediante la aplicación del software de simulación, se parte desde la **Figura 47** mostrando la ruta desde los sectores industriales hacia Alóag- La Mana- Quevedo- Guayaquil.



Figura 47 Simulación de la Ruta "C" de todos los sectores industriales

Teniendo en cuenta esta simulación de la ruta “C” se procede a calcular la distancia recorrida total de todos los sectores industriales, esto con el fin de validar los datos mediante el software de la distancia en kilómetros y la validación de datos en cuestión de tiempo se mostrará en el apartado de la distancia recorrida por hora de cada una de las rutas y en general.

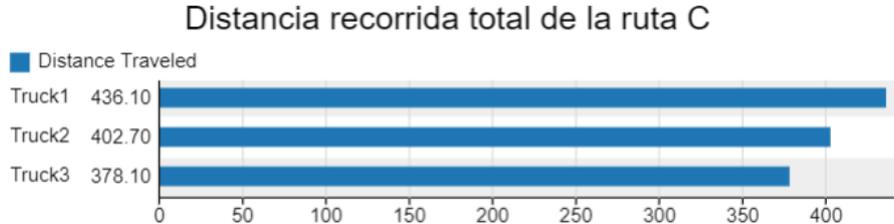


Figura 48 Distancia recorrida de la ruta “C” de todos los sectores industriales

Una vez realizada la simulación en general de todas las zonas industriales por la ruta “C” se va a calcular la distancia recorrida por hora, de cada uno de los sectores industriales para tener referencia de como esta ruta permite una mayor velocidad recorrida en cada hora, esto se muestra en las figuras **Figura 49**.

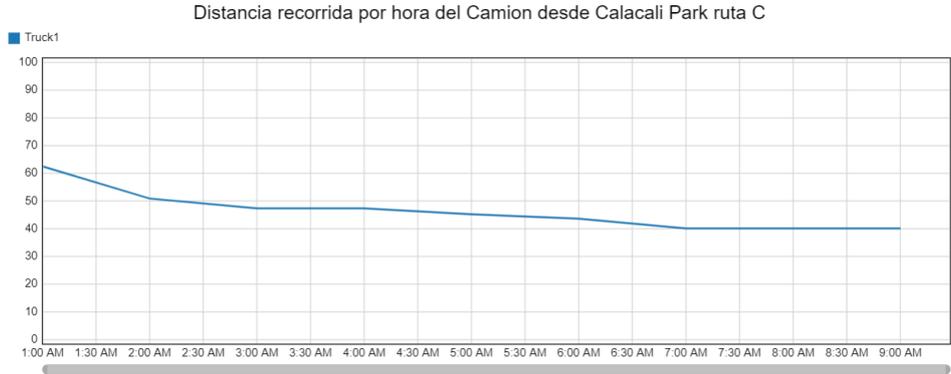


Figura 49 Distancia recorrida por hora desde Calacali Park “C”

La **Figura 50** muestra la ruta partiendo desde la zona de Itulpark y la distancia recorrida por hora del camión dentro de la simulación, mostrando todo el recorrido de toda la ruta C partiendo desde Itulpark.

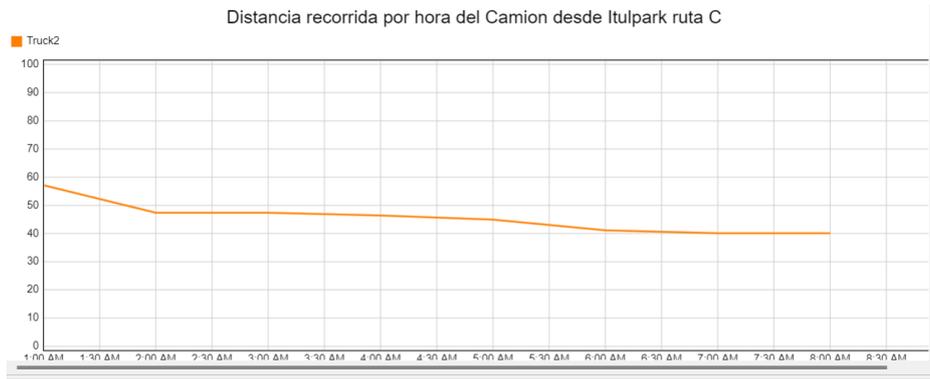


Figura 50 Distancia recorrida por hora desde Itulpark “C”

La simulación de la ruta C desde el parque industrial del Sur mostrando el recorrido por hora del camión mostrado en la **Figura 51** mostrando toda la ruta C y su recorrido siendo este el Truck 3.



Figura 51 Distancia recorrida por hora desde el Parque Industrial Sur “C” (autoría propia)

Para dar una visión en general dentro de la **Figura 52** se muestra la distancia recorrida por hora de cada una de las rutas, para observar las similitudes o diferencias, esto por el tiempo que toma el trayecto más largo de cada sector industrial, siendo este Calacali Park.

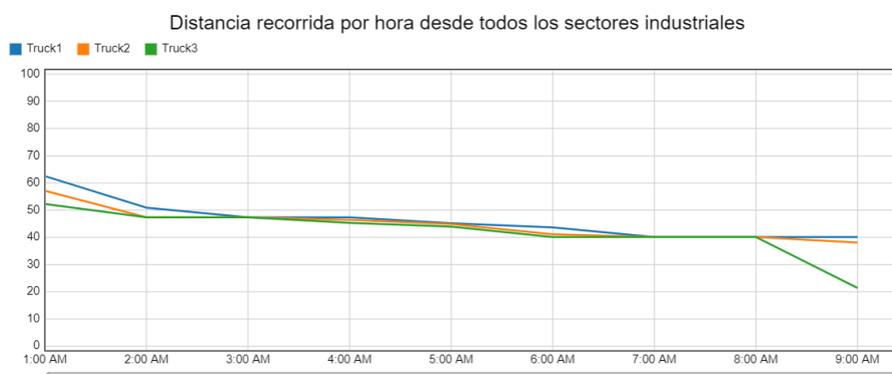


Figura 52 Distancia recorrida por hora de todos los sectores industriales “C”

Del análisis de las gráficas presentadas anteriormente, se observa que los camiones alcanzan una mayor velocidad promedio en comparación con la Ruta 'A', con una velocidad máxima de 60 km/h y una mínima de aproximadamente 50 km/h. La velocidad más baja, registrada por el camión Truck 3 del parque industrial del Sur, es de 40 km/h tras unas 6 horas de viaje. La velocidad más constante, de 50 km/h, refuerza que esta ruta es la más rápida en términos de tiempo en comparación con las demás.

3.9. Discusión de Resultados.

Los resultados de todo lo aplicado dentro de esta propuesta para todas las zonas industriales en las cuatro rutas de transporte, todas con destino final a Guayaquil mediante la optimización en Excel y mediante las simulaciones las cuales se realizan se proporciona un panorama claro y eficiente sobre las rutas de transporte que resultan ser las más óptimas basándonos en tres principales parámetros, siendo estos la distancia en kilómetros, el tiempo de cada una de las rutas y el gasto de combustible siendo la ruta más económica la apropiada.

1. Relación entre distancia y consumo de combustible

- En todos los sectores industriales analizados, se evidencia que la ruta con menor distancia Ruta A es también la que presenta el menor consumo de combustible. Esto sugiere que, en condiciones ideales, existe una relación directa entre el recorrido más corto y el ahorro de combustible.
- En todas las zonas industriales, la Ruta A destacó como la opción con menor consumo de combustible en relación con su rendimiento a lo largo del recorrido. Además, es la ruta con la menor distancia total considerando todos los tramos necesarios para llegar al destino final, Guayaquil.

2. Optimización del tiempo

- La Ruta C es consistente como la más rápida en los tres sectores industriales, aunque no coincide con las rutas más cortas o económicas en consumo. Esto se debe a que incorpora tramos con mejores condiciones de velocidad o menos congestión, incluso si la distancia es mayor.
- Para clientes que valoran tiempos de entrega más rápidos, la Ruta C podría ser la opción preferida, especialmente en envíos urgentes. Sin embargo, este beneficio podría implicar mayores costos operativos debido al mayor consumo de combustible.

CONCLUSIONES

- Se logro establecer una propuesta adecuada sobre las rutas de transporte dentro de LiderSer-Logística integral, mejorando la eficiencia operativa en la empresa identificado las mejores rutas posibles en condición de kilómetros, tiempo y combustible.
- El análisis de las rutas de transporte de LiderSer Logística Integral revela las rutas actuales y las áreas clave para su mejora, enfocándose en optimizar costos, tiempos y eficiencia en el consumo de combustible.
- Aplicando las técnicas empleadas con Solver se logró una propuesta adecuada dentro de las diferentes rutas en LiderSer Logística integral, logrando una optimización de kilómetros, tiempo y consumo de combustible.
- Con FlexSim se modelaron las mejores rutas de LiderSer, considerando distancia, tiempo y consumo de combustible, mostrando los parámetros del modelo en las figuras, logrando una mejora en cada uno de los parámetros mencionados, por lo tanto se puede concluir que se ha mejorado la utilización de la flota de vehículos dentro de las rutas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa LiderSer-Logística Integral tener en cuenta la Ruta A y la Ruta C, ya que ambas cumplen con características clave que las convierten en primordiales en los aspectos logísticos dentro de la empresa. Estas rutas destacan principalmente en términos de distancia, tiempos y ahorro en el consumo de combustible. Al priorizar su optimización, LiderSer podrá mejorar significativamente la eficiencia operativa, reduciendo costos y mejorando la utilización de la flota. Se sugiere realizar un seguimiento continuo de estas rutas para asegurar que sigan siendo las más eficientes a medida que evolucionen las condiciones del entorno.
- Se recomienda a la empresa tener en cuenta la integración de procesos de simulación, como una alternativa clave para medir el rendimiento y evaluar futuras rutas de transporte. De esta manera, se podrá obtener un análisis detallado de las nuevas rutas, permitiendo evaluar su eficiencia en términos de distancia, tiempo y consumo de combustible antes de su implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] LOPEZ BATISTA OSCAR MANUEL, “Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos Quality management systems-Requirements,” 2015. [Online]. Available: www.iso.org
- [2] Alvarez Vásquez Oswaldo Wilfrido and Arroyo Morocho Flavio Roberto, “Análisis de la Industria 4.0 como factor diferenciador del Sector Industrial del Ecuador,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 5, no. 3, pp. 3314–3324, Jun. 2021, doi: 10.37811/cl_rcm.v5i3.533.
- [3] A. E. Ortiz and L. A. Rocha, “Optimización de rutas en bases de datos espaciales para solución de problemas logísticos de transporte,” 2022.
- [4] I. Barrutia Barreto, “Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina Las TICs en la logística de transporte internacional y su relación con el desarrollo económico de Latinoamérica: Caso Perú The ICTs in the Logistics of International Transport and its Relationship with the Economic Development of Latin America: Peruvian Case,” 2020. [Online]. Available: www.revflacso.uh.cu
- [5] F. M. Calva Jimenez, E. M. Moran Echeverria, J. J. Pacheco Pazmiño, E. B. Castillo Córdova, and A. B. Vásquez Del Pezo, “Evolución de la Gestión Logística Relacionada a los Depósitos de Contenedores,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, no. 4, pp. 2567–2580, Aug. 2024, doi: 10.37811/cl_rcm.v8i4.12507.
- [6] M. J. Argüelles Martínez and J. M. Gomis López, “Evolución de la logística: pasado, presente y futuro.” [Online]. Available: <http://oikonomics.uoc.edu>
- [7] Caspa Pacheco Nigel Abraham, “La política de transportes en Ecuador, 1925-1962,” 2020.
- [8] I. H. Yandry, L. Zambrano, I. J. Luis, and R. Villagrán, “E-IDEA.” [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-0593-3905>
- [9] L. Gerardo Guanotuña Timbila, R. Fidel Vallejo Vega, V. Alfonso Garay Cisneros, and P. Gabriel Velasquez Molina, “La logística verde. ¿Es la planificación de rutas del futuro? Green logistics. Is route planning of the future? Logística verde. O planejamento de rotas é o futuro? Ciencias Técnicas y Aplicadas Artículo de Investigación,” vol. 7, pp. 31–48, 2022, doi: 10.23857/pc.v7i4.3807.

- [10] N. S. González-Castillo, J. Núñez-Rodríguez, and M. S. Ramírez-Rojas, “Implicación de la logística inversa en la sostenibilidad del sector textil: una revisión sistemática,” *I+D Revista de Investigaciones*, vol. 18, no. 1, pp. 16–44, 2023, doi: 10.33304/revinv.v18n1-2023002.
- [11] E. Yadira Cordónez Castro, R. Paul Cárdenas Calderón, V. Alfonso Garay Cisneros, and H. Wilson Zabala Huilca, “Challenges of transportation and logistics management in a pandemic Desafios da gestão de transporte e logística em uma pandemia Ciências Técnicas y Aplicadas Artículo de Investigación,” vol. 7, pp. 66–84, 2022, doi: 10.23857/pc.v7i4.3810.
- [12] L. Janeth and P. Mesa, “El transporte aéreo de carga: estrategias para la exportación desde Colombia.”
- [13] Aguilar Vargas Darly Andrey and Romero Armijos John Nelson, “Dialnet-AnalisisDeLaEscasezDeContenedoresEnElTransporteMar-8383486,” 2020.
- [14] W. Landaeta, “Factores de gestión logística de materiales para la rehabilitación de pozos de la industria petrolera Logistics management factors for materials for the rehabilitation of wells in the oil industry,” 2019.
- [15] M. del M. Báez, N. A. Páez Von Schmeling, and L. Guizmaraes Torres, “Análisis de indicadores de desempeño en el proceso de la gestión logística: estudio de caso,” *Reportes científicos de la FACEN*, vol. 14, no. 2, pp. 190–198, Dec. 2023, doi: 10.18004/rcfacen.2023.14.2.190.
- [16] C. A. González Camargo and D. M. Mosquera Cicero, “Identificación de los principales indicadores de gestión logística utilizados por pequeñas empresas proveedoras del sector petrolero,” *Inge CuC*, vol. 18, no. 1, pp. 142–162, Aug. 2022, doi: 10.17981/ingecuc.18.1.2022.12.
- [17] E. Tápanes Suárez, O. Bosch Nuñez, Y. Sánchez Suárez, M. Marqués León, and O. Santos Pérez, “Indicator system for monitoring the sustainability of historic centers associated with transportation,” *Región Científica*, Jan. 2023, doi: 10.58763/rc202352.
- [18] J. del C. Peralta-Abarca, B. Martínez-Bahena, and J. Enríquez-Urbano, “Industria 4.0,” *Inventio*, vol. 16, no. 39, Jul. 2020, doi: 10.30973/inventio/2020.16.39/4.

- [19] E. P. Barleta, Ricardo J. Sánchez, and G. Pérez, “La revolución industrial 4.0 y el advenimiento de una logística 4.0.”
- [20] S. J. Ortiz and A. M. Paredes-Rodríguez, “Evaluación sistémica de la implementación de un sistema de gestión de almacenes (WMS),” *Revista UIS Ingenierías*, vol. 20, no. 4, Jul. 2021, doi: 10.18273/revuin.v20n4-2021012.
- [21] J. D. C. Guevara and D. T. Ponjuán, “Methodology proposal for specifying records management requirements from requirements engineering,” *Investigacion Bibliotecologica*, vol. 36, no. 91, pp. 33–48, 2022, doi: 10.22201/iibi.24488321xe.2022.91.58555.
- [22] C. A. Ramos-Galarza, “Alcances de una investigación,” *CienciAmérica*, vol. 9, no. 3, pp. 1–6, Oct. 2020, doi: 10.33210/ca.v9i3.336.
- [23] Leyva Haza Julio and Guerra Véliz Yusimí, “Objeto de investigación y campo de acción: componentes del diseño de una investigación científica,” *EDUMECENTRO*, vol. 12, no. 3, pp. 241–260, 2020, [Online]. Available: <http://www.revedumecentro.sld.cu>
- [24] G. P. Guevara Alban, A. E. Verdesoto Arguello, and N. E. Castro Molina, “Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción),” *RECIMUNDO*, vol. 4, no. 3, pp. 163–173, Jul. 2020, doi: 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173.
- [25] J. Tramullas, “Topics and research methods in information science (2000-2019): A literature review,” 2020, *El Profesional de la Informacion*. doi: 10.3145/epi.2020.jul.17.
- [26] V. Guzmán, “El método cualitativo y su aporte a la investigación en las ciencias sociales,” *Gestionar: revista de empresa y gobierno*, vol. 1, no. 4, pp. 19–31, Dec. 2021, doi: 10.35622/j.rg.2021.04.002.
- [27] Y. Muñoz Sánchez, I. Castillo Pérez, and J. Zuno Silva, “Método de Investigación Cuantitativo,” *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, vol. 11, no. 22, pp. 174–175, Jul. 2024, doi: 10.29057/escs.v11i22.12573.
- [28] Aurora M. Palmett Urzola, “MÉTODOS INDUCTIVO, DEDUCTIVO Y TEORÍA DE LA PEDAGOGÍA CRÍTICA,” 2020.

- [29] Ochoa-Pachas, Y.- Romero, and Y. (Perú, “El estudio descriptivo en la investigación científica The descriptive study in scientific research.”
- [30] A. Sosa, “Analytic induction as a sociological method from a historical perspective,” *Cinta de Moebio*, vol. 64, pp. 11–30, Mar. 2019, doi: 10.4067/S0717-554X2019000100011.
- [31] Aida Margarita García Cruz, “Fuentes de información Information Sources,” *Publicación semestral*, vol. 8, 2019, [Online]. Available: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>
- [32] O. Daniel *et al.*, “METAVIZ: UNA HERRAMIENTA PARA VISUALIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE ALGORITMOS METAHEURÍSTICOS.” [Online]. Available: <https://github.com/DanlaraIQ/Metaviz>.
- [33] H. Wang, W. Mao, and L. Eriksson, “A Three-Dimensional Dijkstra’s algorithm for multi-objective ship voyage optimization,” *Ocean Engineering*, vol. 186, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.oceaneng.2019.106131.
- [34] W. Costa De Morais, A. Gondim De Oliveira, P. Gabriel, and G. Queiroz, “UMA VISUALIZAÇÃO EDUCACIONAL GRÁFICA DO ALGORITMO DE DIJKSTRA.”
- [35] N. Sirina and V. Zubkov, “Transport Services Management on Transport and Logistic Methods,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2021, pp. 263–273. doi: 10.1016/j.trpro.2021.02.072.
- [36] I. Simón-Marmolejo Francisca Santana-Robles Rafael Granillo-Macías Víctor Manuel Piedra-Mayorga and C. Cd Sahagún-Otumba, “La simulación con FlexSim, una fuente alternativa para la toma de decisiones en las operaciones de un sistema híbrido,” *enero-Científica*, vol. 17, no. 1, pp. 39–49, 2013.
- [37] Iglesias Piña David, “DE LA CONCENTRACIÓN A LA DESCENTRALIZACIÓN DE LOS PARQUES INDUSTRIALES EN EL ESTADO DE MÉXICO, ¿ALTERNATIVA DE DESARROLLO REGIONAL?,” 2019.
- [38] Distrito Metropolitano de Quito, “PISP-Mapa-Parroquias-Urbanas-Y-Rurales-Quito,” 2011.