

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
POSGRADO



MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTROS

“Gestión del transporte de productos moderados y su eficiencia operativa en la empresa de Transaliatis”

Trabajo de Titulación previa a la obtención del
Título en logística y Cadena de Suministros

Autor: Ivonne Janeixy Palacios Palacios
Tutor: Luis Omar Alpala

Tulcán, 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Ivonne Janeixy Palacios Palacios con el número de cédula 1314687201 ha elaborado el Trabajo de Titulación: “Gestión del transporte de productos moderados y su eficiencia operativa en la empresa Transaliatis”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Titulación de Posgrado con RESOLUCIÓN N° 150.CSUP- 2020, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.



.....

Luis Omar Alpala

1761271335

Tulcán, septiembre de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Logística y Cadena de Suministro.

Yo, Ivonne Janeixy Palacios Palacios ciudadana ecuatoriana con cédula de identidad número 1314687201 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ivonne Janeixy Palacios', is positioned above a dotted line.

.....
Ivonne Janeixy Palacios Palacios

Tulcán, septiembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE LA TDT

Yo, Ivonne Janeixy Palacios Palacios declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Gestión del transporte de productos moderados y su eficiencia operativa en la empresa Transaliatis”. y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....

Ivonne Janeixy Palacios Palacios

Tulcán, septiembre de 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi cariño y profunda gratitud, a las personas más importantes de mi vida: mis padres, David y Alexandra, y mi hermano Elian. Gracias por ser mi pilar inquebrantable, por estar a mi lado en cada etapa de este camino y por nunca dejarme rendir, inclusive en los momentos más difíciles.

A mis padres, por su amor incondicional, por su esfuerzo diario y por enseñarme, con su ejemplo, el verdadero significado de la dedicación, la responsabilidad y la humildad. Su apoyo ha sido la luz que me ha guiado en los días oscuros y la motivación que me impulsó a seguir adelante cuando sentí que no podía más.

A mi hermano Elian, por ser mi compañero de vida, por sus palabras de aliento y por su manera de alegrar mis días con su presencia.

Gracias por estar siempre ahí, con paciencia y comprensión. Este logro también es de ustedes. Sin su amor, confianza y sacrificio, nada de esto habría sido posible.

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa tan importante de mi vida, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesaria para superar cada desafío que se presentó en este proceso.

A mis padres, David y Alexandra, y a mi hermano Elian, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Gracias por ser mi motor y mi refugio en todo momento.

A mi novio, Bryan, por acompañarme con paciencia, amor y comprensión a lo largo de este camino. Gracias por el apoyo inquebrantable, por sus palabras de aliento en los días difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño logro. Su presencia ha sido fundamental en esta etapa de mi vida.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que aportaron su granito de arena en esta etapa. Cada gesto de apoyo, por pequeño que haya sido, tuvo un gran valor para mí.

ÍNDICE

RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
CAPITULO I:	1
PROBLEMA.....	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Preguntas de investigación.....	2
1.3 Objetivos de investigación.....	3
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación	3
CAPITULO II.....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1 Antecedentes Investigativos.....	5
2.2 Marco Teórico.....	8
2.2.2. Temáticas y teorías clave	8
2.2.2.1. Logística y gestión del transporte	8
2.2.2.2. Eficiencia operativa en el transporte.....	10
2.2.2.3. Optimización de rutas y modelos matemáticos	12
2.2.3. Fundamentación teórica	15
2.2.3.1. Gestión logística.....	15

2.2.3.2.	Gestión del transporte	16
2.2.3.3.	Logística de distribución y transporte.....	17
2.2.3.4.	Estrategias de distribución y transporte.....	18
2.2.3.5.	Resiliencia en el transporte de productos y riesgos operacionales	19
2.2.3.6.	Indicadores de gestión logística de transporte	21
2.2.3.7.	La eficiencia operativa en el transporte de productos moderados	22
2.2.3.8.	Indicadores de eficiencia operativa.....	23
2.2.4.	Diagnóstico de procesos logísticos	25
2.2.4.1.	Modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference):	25
2.2.4.2.	Herramientas de diagnóstico.....	27
2.2.5.	Tecnología en la gestión del transporte	28
2.2.5.1.	Sistemas de Gestión de Transporte (TMS):	28
2.2.5.2.	Tecnologías emergentes.....	30
CAPITULO III.....		32
METODOLOGÍA.....		32
3.1	Descripción del área de estudio.....	32
3.2	Enfoque y tipo de investigación.....	33
3.2.1	Enfoque.....	33
3.2.2	Tipos de investigación	34
3.3	Métodos.....	35

3.4	Técnicas e instrumentos de investigación.....	35
3.5	Herramientas tecnológicas utilizadas para la mejora del diseño de rutas.....	36
3.6	Definición y operacionalización de Variables.....	36
3.7	Procedimientos.....	37
CAPÍTULO IV.....		39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		39
4.1	Diagnóstico de la gestión del transporte de productos moderados de la empresa Transaliatis.....	39
4.1.1	Procedimiento logístico.....	39
4.1.2	Análisis de entrevista para el análisis del proceso de diseño de rutas, la asignación de recursos, y la programación de horarios.....	39
4.1.3	Vehículos.....	42
4.1.4	Costos.....	43
4.2	Evaluación de la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis.....	44
4.2.1	Planificación de ruta actual de entrega de productos.....	44
4.2.1.1.	Planificación del día lunes.....	44
4.2.1.2.	Planificación del día martes.....	45
4.2.1.3.	Planificación del día miércoles.....	46
4.2.1.4.	Planificación del día jueves.....	47
4.2.2	Tiempos de alcanzados.....	48
4.2.3	Análisis de ficha de observación para evaluación de eficiencia.....	49

4.2.4	Análisis de riesgo laboral y probabilidad accidentabilidad	50
4.3	Plan de mejora en la gestión del transporte de productos moderados que permita la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis.....	52
4.3.1	Detalle de ruta óptima.....	52
4.3.1.1.	Análisis de mejoras por unidad operativa del día lunes.....	53
4.3.1.2.	Análisis de mejoras por unidad operativa del día martes	59
4.3.1.3.	Análisis de mejoras por unidad operativa del día miércoles.....	64
4.3.1.4.	Análisis de mejoras por unidad operativa del día jueves	69
4.3.2	Mapa de rutas optimizadas.....	76
4.3.2.1.	Distribución georreferenciada de paradas – jornada del lunes	76
4.3.2.2.	Distribución georreferenciada de paradas – jornada del martes	78
4.3.2.3.	Distribución georreferenciada de paradas – jornada del miércoles	79
4.3.2.4.	Distribución georreferenciada de paradas – jornada del jueves.....	82
4.3.3	Estimación del ahorro de tiempo operativo	84
4.3.2.1.	Día Lunes – ahorro de tiempo operativo.....	84
4.3.2.2.	Día Martes – ahorro de tiempo operativo	85
4.3.2.3.	Día Miércoles – ahorro de tiempo operativo	85
4.3.2.4.	Día Jueves – ahorro de tiempo operativo.....	86
4.3.4	Balance de carga y eficiencia por conductor	86
4.4	Discusión de resultados.....	88

CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable dependiente.....	37
Tabla 2 Operacionalización de la variable independiente	37
Tabla 3 Resumen de hallazgos obtenidos de entrevista realizada a personal administrativo	40
Tabla 4 Detalle de vehículos utilizados por la empresa para la ejecución de entregas.....	42
Tabla 5 Presupuesto anual.....	43
Tabla 6 Planificación logística del día lunes – Distribución de viajes, clientes y carga.....	44
Tabla 7 Detalle por unidad operativa – Lunes	44
Tabla 8 Planificación logística del día martes – Distribución de viajes, clientes y carga	45
Tabla 9 Detalle por unidad operativa – Martes.....	45
Tabla 10 Planificación logística del día miércoles – Distribución de viajes, clientes y carga.....	46
Tabla 11 Detalle por unidad operativa – Miércoles.....	46
Tabla 12 Planificación logística del día jueves – Distribución de viajes, clientes y carga.....	47
Tabla 13 Detalle por unidad operativa – Jueves	47
Tabla 14 Matriz de análisis de ejecución del tiempo planificado	48
Tabla 15 Resultados de la ficha de observación para la evaluación de eficiencia operativa (dimensiones y categorías).....	49
Tabla 16 Calificación de probabilidad e impacto	50
Tabla 17 Calificación de nivel de riesgo.....	51
Tabla 18 Resultados de Matriz para Evaluación Cuantitativa de Riesgo Ocupacional	51

Tabla 19 Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas.....	53
Tabla 20 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982.....	54
Tabla 21 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSS7860.....	55
Tabla 22 Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2734.....	57
Tabla 23 Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2746.....	58
Tabla 24 Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas.....	60
Tabla 25 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EBGB0109.....	60
Tabla 26 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982.....	61
Tabla 27 Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2746.....	63
Tabla 28 Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas.....	64
Tabla 29 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982.....	64
Tabla 30 Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2734.....	65
Tabla 31 Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERCG0938.....	67
Tabla 32 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EBGB0109.....	68
Tabla 33 Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas.....	70
Tabla 34 Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2746.....	70
Tabla 35 Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2734.....	72

Tabla 36 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EMBF8981.....	73
Tabla 37 Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982.....	75
Tabla 38 Compración de ahorro de tiempo operativo para día lunes	85
Tabla 39 Compración de ahorro de tiempo operativo para día martes	85
Tabla 40 Compración de ahorro de tiempo operativo para día miércoles	86
Tabla 41 Compración de ahorro de tiempo operativo para día jueves.....	86
Tabla 42 Balance de carga semanal por conductor.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ilustración de eficacia y eficiencia	23
Figura 2 Localización de Transaliatis. en Chone.....	32
Figura 3 Flujograma de distribución de productos	39
Figura 4 Proceso para desarrollo del modelo VRP.....	52
Figura 5 Mapas de rutas optimizadas a) EGSD7982, b) ERBA2734, y c) ERBA2746.	76
Figura 6 Mapas de rutas optimizadas a) EBGB0109, b) EGSD7982, y c) ERBA2746.	78
Figura 7 Mapas de rutas optimizadas a) ERCG0938, b) ERBA2734, c) EGSD7982 y d) EBGB0109.....	80
Figura 8 Mapas de rutas optimizadas a) ERBA2746, b) ERBA2734, c) EMBF8981 y d) EGSD7982	82

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Aval de traducción	100
Anexo 2 Código VRP	101

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en la empresa Transaliatis con el propósito de optimizar las rutas logísticas de distribución de productos moderados en la ciudad de Chone y sus alrededores, con el fin de mejorar la salud ocupacional del personal y fortalecer la eficiencia de la gestión logística. El objetivo general fue proponer un plan de mejora en la gestión del transporte de productos moderados que incremente la eficiencia operativa de la empresa. La investigación adoptó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), apoyado en datos teóricos y empíricos, mediante la aplicación de técnicas de observación, análisis de riesgos y evaluación de tiempos de trabajo. Los resultados evidenciaron que en un período de cuatro días se realizaron 33 viajes, distribuyendo 6.142 cajas a 194 clientes, alcanzando el mayor volumen de entregas los días jueves. Se determinó que el 75% de la flota superaba las 12 horas de jornada laboral, con unidades críticas que acumularon entre 13 y 16 horas continuas. Tras aplicar el modelo de Optimización de Rutas de Vehículos (VRP), se redujeron más de 90 horas semanales en tiempo operativo y las jornadas de las unidades críticas descendieron a menos de 7 horas. Esto permitió equilibrar la carga de trabajo y reducir los riesgos asociados a la fatiga laboral. En conclusión, la aplicación del modelo VRP contribuyó significativamente a la eficiencia operativa y a la mitigación de riesgos laborales, consolidando un sistema logístico más equitativo, sostenible y seguro.

Palabras clave. *optimización logística, distribución masiva, rutas eficientes, jornada laboral, modelo vrp.*

ABSTRACT

The present study was carried out at the company Transaliatis with the purpose of optimizing the logistical distribution routes of moderate products in the city of Chone and its surrounding areas, in order to improve the occupational health of the staff and strengthen the efficiency of logistics management. The general objective was to propose an improvement plan for the transportation management of moderate products to increase the company's operational efficiency. The research adopted a mixed approach (qualitative and quantitative), supported by both theoretical and empirical data, through the application of observation techniques, risk analysis, and work time evaluation. The results showed that over a period of four days, 33 trips were made, distributing 6,142 boxes to 194 clients, with the highest delivery volume occurring on Thursdays. It was determined that 75% of the fleet exceeded 12 working hours, with critical units accumulating between 13 and 16 continuous hours. After applying the Vehicle Routing Problem (VRP) optimization model, more than 90 weekly operating hours were reduced, and the working hours of critical units decreased to less than 7 hours. This allowed for a balanced workload and a reduction of risks associated with work fatigue. In conclusion, the implementation of the VRP model significantly contributed to operational efficiency and occupational risk mitigation, consolidating a more equitable, sustainable, and safe logistics system.

Keywords: Logistics optimization, mass distribution, efficient routes, working hours, VRP model.

CAPITULO I:

PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, la globalización y el avance tecnológico han transformado la forma en que las empresas gestionan sus operaciones logísticas según (Mas Moscardó, 2015):

La importancia que ha ido adquiriendo el transporte por su relación con la economía, la política y la vida social ha ido evolucionando y se ha incrementado notablemente, (...) por la función del transporte de mercancías como medio necesario para el abastecimiento de la industria y de las poblaciones. (p.13)

Siendo la gestión del transporte de productos un aspecto relevante dentro de las empresas esto abarca; la planificación, ejecución y control, así como la optimización de rutas, el uso de tecnologías de seguimiento y la integración de sistemas de información. La implementación efectiva de estas prácticas permite a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas del mercado, mejorar su competitividad y reducir costos. Según (Anaya, 2017):

Para poder dar el servicio que requiere el mercado, hace que muchas empresas opten por la subcontratación del servicio, bien sea de forma total o parcial (operadores logísticos), de tal manera que les permita dedicarse plenamente a lo que es su auténtica finalidad, producción y/o venta, dejando en manos de expertos el problema de la logística, sobre todo cuando la organización del operador y su potencial de penetración le permite dar el servicio requerido a un nivel de precios competitivos con los de la propia empresa.

En este contexto, la empresa Transaliatis, operador logístico situado en Chone, ha evidenciado una desorganización creciente en su gestión del transporte de productos moderados. Esta situación ha derivado en una pérdida de control sobre los procesos clave de la empresa, tales como la planificación de entregas, la asignación de recursos y el seguimiento de operaciones, afectando directamente la eficiencia del servicio y la satisfacción del cliente. No se dispone actualmente de un diagnóstico técnico y actualizado que permita conocer con claridad las

debilidades estructurales, operativas y de gestión que están incidiendo negativamente en los resultados.

La empresa no cuenta con indicadores específicos ni herramientas de medición que permitan evaluar su eficiencia operativa en el transporte. La falta de control sobre el tiempo de trabajo de los transportistas, la ausencia de indicadores de planificación de rutas y la escasa evaluación de la capacidad de ejecución han dificultado la mejora continua de los procesos, generando cuellos de botella, costos operativos elevados y entregas tardías. Esta carencia limita la posibilidad de establecer estándares de desempeño y evaluar el impacto real de la gestión actual.

Actualmente, no se dispone de un sistema de diseño y optimización de rutas adaptado a las condiciones logísticas reales de Chone. Las rutas de distribución no se planifican con base en criterios técnicos como distancias, tiempos, consumo de combustible o frecuencia de entregas, lo que deriva en recorridos ineficientes, sobrecarga del personal y retrasos recurrentes. Esta situación genera insatisfacción en los clientes, incrementa los costos y reduce la competitividad de la empresa.

En síntesis, el problema central que aborda esta investigación es la ineficiencia operativa en la gestión del transporte de productos moderados en Transaliatis, manifestada en la ausencia de indicadores de desempeño, la falta de control sobre procesos clave y la inexistencia de un modelo de optimización de rutas que garantice entregas oportunas y costos competitivos.

1.2 Preguntas de investigación

- ¿Qué características clave presenta la gestión del transporte de productos moderados en la empresa Transaliatis?
- ¿Cómo se caracterizó la eficiencia operativa de la empresa Transaliatis a partir de los indicadores de planificación de rutas, tiempo de trabajo y capacidad de ejecución?
- ¿Qué diseño de rutas optimizadas (basado en el modelo VRP) permite mejorar la eficiencia operativa en la gestión del transporte de productos moderados en la empresa Transaliatis?

1.3 Objetivos de investigación

1.1.1 *Objetivo General*

Proponer un plan de mejora para la gestión del transporte de productos moderados con el fin de optimizar la eficiencia operativa y fortalecer la competitividad de la empresa Transaliatis en la ciudad de Chone.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

- Diagnosticar la gestión del transporte de productos moderados de la empresa Transaliatis.
- Evaluar la eficiencia operativa de la gestión del transporte de productos moderados basado en indicadores de planificación de rutas, tiempo de trabajo y capacidad de ejecución en la empresa Transaliatis.
- Diseñar rutas para la optimización de la gestión del transporte de productos moderados que permita la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis.

1.4 Justificación

En el contexto actual de alta competitividad una gestión logística eficiente se convierte en un factor determinante para garantizar la sostenibilidad operativa de las empresas de distribución (Ballou, 2004), por lo cual este estudio se justifica debido a que es relevante proponer un plan de mejora en la gestión del transporte de productos moderados que permita la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis de la ciudad de Chone, donde se han presentado problemas en el sistema logístico de rutas para entrega de productos.

El estudio desde un punto de vista práctico es importante ya que, a partir de un diagnóstico técnico y estratégico, se pretende identificar con claridad los factores que afectan el desempeño operativo, tales como fallas en la secuencia de entregas, sobrecarga de rutas y desequilibrios en la asignación de tareas. Del mismo modo, se busca el uso de herramientas tecnológicas como Python, y Open Street Map Routing Machine (OSRM), para el diseño de rutas optimas.

La propuesta se enmarca en la **Línea de Investigación 1: “Competitividad Empresarial”** de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Dentro de esta línea —que abarca sub-temas como “innovación, procesos, mercados y productos”— se promueve la generación de ventajas competitivas mediante la optimización de procesos logísticos y el uso de tecnologías para la toma

de decisiones. El estudio aporta evidencia empírica y metodologías reproducibles (Python + OSRM) que pueden ser extrapoladas a otras organizaciones de la región fronteriza, fortaleciendo el portafolio investigativo de la UPEC en logística y gestión operativa.

Del mismo modo, desde un punto de vista social la optimización de rutas se proyecta como una estrategia que impactará positivamente en la reducción significativa en los tiempos y distancias recorridas, lo que disminuirá los costos operativos asociados al consumo de combustible, mantenimiento vehicular y jornadas prolongadas. Además, se busca mejorar distribución de la carga de trabajo entre las unidades y conductores, lo que favorecerá un entorno organizacional más equilibrado y funcional.

Se busca que la información generada a partir de este estudio contribuya a la revisión y desarrollo de prácticas existentes sobre gestión del transporte y logística, asimismo, la presente investigación tiene el potencial de ofrecer nuevos conocimientos sobre variables críticas como el tiempo de entrega, los costos operativos y la satisfacción del cliente, así como las interrelaciones entre ellas. Este enfoque permite una comprensión más profunda de un fenómeno que impacta directamente en la eficiencia empresarial, aportando así un valor significativo a la comunidad académica y profesional en el ámbito de la logística y la gestión del transporte.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes Investigativos

El soporte teórico en la presente investigación se basa en estudios precedente con similar problemática, mediante indagaciones y argumentos sólidos que se detallan a continuación;

En el artículo titulado “Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte” elaborado por (Zapata, Veléz , & Arango, 2020) en el que se plantea como objetivo mejorar la gestión del rutero de vehículos de una empresa de paquetería, a través del método de optimización basado en el problema de ruteo de vehículos con flota de capacidad heterogénea. Este antecedente es relevante por el uso de modelos de ruteo aplicados a la distribución, sin embargo, se enfoca en empresas de paquetería urbana, mientras que el presente estudio aborda productos moderados en una empresa logística de ámbito regional como Transaliatis, lo cual representa un vacío contextual que esta investigación busca cubrir.

Los autores describen que el transporte es una actividad fundamental para el desempeño competitivo de las empresas, ya que es responsable de alrededor del 50% de los procesos logísticos de las mismas, además que la adecuada gestión del transporte puede resultar incluso en la reducción en un 53% los costos de distribución, se considera además que la gestión del transporte es un determinante sobre las actividades de la operación y una parte esencial dentro de la organización, debido a que la gestión del transporte está en función al manejo eficiente operativo de los recursos, debido a estas descripciones se considera al artículo “Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte” un referente en cuanto el impacto de la gestión de transporte ante la administración general de la logística.

En un estudio realizado por Jara y Gutierrez (2019) titulado “Gestión de logística para mejorar la eficiencia de los procesos de distribución en una empresa farmacéutica” se plantea la mejora de la gestión logística para la eficiencia en los procesos de distribución en una empresa Farmacéutica a través del estudio del método cualitativo del tipo aplicado. Este estudio proyecta su importancia ya que a través de la aplicación del proceso de la gestión de distribución se obtuvo como resultado la reducción de las devoluciones y los costos dentro de la empresa farmacéutica,

es decir que los resultados de esta investigación evidencia de como la adecuada gestión de la logística enfocada en la distribución puede mejorar la experiencia del cliente, reflejándose en la baja de devoluciones y por ende en la disminución de los costos operativos de distribución.

Se presenta la investigación realizada por Calle (2020) titulada “Control de procesos para la gestión logística en una empresa de distribución”, en la cual se planteó como principal objetivo proponer la mejora de la gestión logística en una empresa de distribución. El diagnóstico que motivó la realización de la investigación es que los personales tenían un claro desconocimiento sobre los procesos de la cadena logística y los procesos de cada área que la integran, este diagnóstico realza la importancia del empoderamiento del personal en los procesos de gestión. Por lo cual se aplicó la metodología de investigación; inductivos y deductivos, aplicada en una población de 40 trabajadores de la empresa entre, operarios y administrativos.

La investigación realizada por Calle (2020) está relacionada con la capacitación al personal en donde afirma que un personal capacitado adecuadamente realiza más eficientemente los procesos operativos, sin embargo, menos del 50% del personal recibía capacitación de formación continua para fortalecimiento de los procesos. Este antecedente refuerza la importancia de la capacitación y la gestión del recurso humano, pero no aborda indicadores técnicos de eficiencia ni propone herramientas tecnológicas. Por tanto, la presente investigación complementa ese enfoque al integrar métricas operativas y soluciones computacionales para optimizar rutas y tareas.

La eficiencia operativa y la resiliencia en las cadenas de suministro de transportes es otro aspecto fundamental de estudio de antecedentes de la presente investigación, en un estudio titulado “La gestión de la cadena de suministro bajo un enfoque de resiliencia: estudio para el sector automotriz peruano” realizado por (Vargas & Rosas, 2023) plantea evaluar la resiliencia dentro de la organización y a raíz de ello ofrecer una serie de mejoras sobre los factores relevantes que afectan la eficiencia de los procesos dentro de la logística del caso de estudio. Este estudio aporta un marco conceptual útil sobre vulnerabilidad logística, pero se enfoca en el sector automotriz y no propone modelos de optimización de rutas. El presente trabajo, en cambio, propone una solución concreta que mejora la capacidad de respuesta logística a través del rediseño operativo.

Logrando identificar deficiencias dentro de los procesos dentro de la automotriz de caso de estudio. La información se obtuvo a través de encuestas a los colaboradores y entrevistas para los

puestos de mayor rango dentro de la empresa. Permitiendo realizar el diagnóstico de la cadena de suministro de Automotriz Lavagna identificando que dicha cadena está sujeta a falencias y que no cuenta con indicadores que permitan gestionar de manera eficiente y correcta.

Según este estudio las empresas de transporte atraviesan altos niveles de incertidumbre en el mercado, y al no contar con un planeamiento estratégico determinado, conduce a las operaciones de manera ineficiente y sin un rumbo o escenario ideal determinado. Por ende, la importancia de la resiliencia en las compañías de transporte radica en el manejo del riesgo y vulnerabilidad empresarial.

Este enfoque de la importancia de la resiliencia empresarial se refleja en otros trabajos investigativos en el proyecto de investigación “Efectos de la Pandemia por Covid 19 Sobre la Planeación Estratégica de las Cadenas de Suministro Resilientes en las Empresas de Productos Aseo en Bucaramanga” elaborado por Revilla Jaimes (2023) describe la resiliencia en el transporte como la capacidad de responder de forma positiva frente a dificultades. Los resultados demostraron que existen diversas estrategias para mitigar situaciones de riesgo en las cadenas de suministro, así mismo estrategias para poder recuperarse, como la adaptación y la flexibilidad para poder gestionar los cambios ante situaciones diversas, la prevención de errores en el diseño de la cadena de suministro es parte de la gestión y una herramienta de apoyo para enfrentar momentos de crisis.

En la investigación realizada por Medina (2022), con el tema “Propuesta de mejora en los procesos logísticos de transporte para pymes de cadena de frío en Medellín”, se determina la importancia de los métodos de distribución relacionados a las pymes que demandan procesos de cadena en frío, en el que su objetivo principal es proponer una mejora en el transporte que minimice los costos y tiempos de distribución.

El proyecto tiene un enfoque cuantitativo, donde se eligen los indicadores necesarios que se quieren medir, realizando encuestas para completar y profundizar la demanda de los consumidores. Como parte de los resultados se obtiene que la demanda de los productos que necesita la cadena de frío aumentará considerablemente, por lo cual es necesario establecer propuestas que mejoren los procesos logísticos y de transportes necesarios para llevar productos de calidad a los clientes.

Romero (2022) en su proyecto de investigación titulado “Eficiencia Operativa En La Empresa De Transporte De Carga Por Carretera Inversiones Jm & Jp S.A.C.” plantea la mejorar de la eficiencia operativa basada en costos en el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos de la localidad en donde desarrolla el proyecto. El autor recomienda una vez obtenidos los resultados del análisis de la propuesta protocolizar y diseñar un esquema eficiente de direcciones, viajes, itinerarios, rutas y optimización de recursos, que coadyuven a regular futuros acuerdos y obligaciones contractuales, coincidiendo con algunos teóricos que afirman que una adecuada gestión de la logística optimiza los costos. Este antecedente se aproxima a los objetivos del presente estudio, pero se enfoca en transporte de residuos sólidos y no detalla el uso de herramientas tecnológicas como parte del diagnóstico y propuesta. La presente investigación llena ese vacío al utilizar plataformas digitales y metodologías computacionales para el diseño de rutas en el transporte de productos moderados.

2.2 Marco Teórico

2.2.2. Temáticas y teorías clave

2.2.2.1. Logística y gestión del transporte

Teoría de la gestión logística (Ballou, 2004):

La logística empresarial es el conjunto de acciones de traslado y guarda que ayuda a que los bienes lleguen desde el comienzo de la cadena (proveedores) hasta quien los usa, incluyendo también los datos que vienen con ello. En palabras de Ballou (2004), “la logística empresarial es todo movimiento y almacenamiento que facilite el flujo de productos desde el punto de compra de los materiales hasta el punto de consumo, así como los flujos de información, con el fin de dar al consumidor el nivel de servicio adecuado a un costo razonable”. Esta definición sobresale dos partes importantes: por uno lado, la creación de valor en tiempo y lugar; y por otro, el cuidado sobre balancear un buen servicio al cliente con costos razonables.

En la logística, el transporte juega un papel muy importante como puente físico entre las partes de la cadena de abastecimiento. El transporte es la actividad que permite el traslado de materiales o productos entre los distintos puntos de la cadena logística, añadiendo valor de lugar al acercar los bienes a los consumido (Calle, 2020). De hecho, el transporte suele ser uno de los

mayores gastos del total logístico (generalmente entre 1/3 y 2/3 del gasto en logística, segundo el tipo de trabajo) y su habilidad afecta la percepción que tiene el cliente sobre el servicio. Una buena manejo de transporte puede subir la eficiencia logística (Alonso, Nieto, & Ruíz, 2013).

Transporte de productos moderados:

En el ámbito logístico, podemos llamar productos moderados a aquellos bienes que, sin ser muy perecederos ni considerados mercancías muy peligrosas, requieren cuidado y seguimiento de reglas generales. Por lo general, se trata de mercancía general que no exige condiciones especiales como refrigeración extrema o protocolos de peligrosidad, pero que tampoco es trivial en su transporte. Ejemplos frecuentes podrían ser alimentos secos y enlatados, bienes para el hogar empacados, materiales industriales comunes o químicos poco peligrosos. Estos artículos tienen cosas en común como: peso y tamaño aceptables, buena envoltura para evitar daños, y quizá requisitos para seguir su rastro o control de calidad durante el viaje.

Aunque no están sujetos a las estrictas regulaciones de una mercancía peligrosa, los requerimientos normativos para transportar productos moderados incluyen el cumplimiento de la legislación general de transporte terrestre y buenas prácticas logísticas. En términos legales y normativos, esto implica (Anaya, 2017):

- Documentación de transporte: contar con la guía de remisión, carta de porte o conocimiento de embarque que avale el contrato de transporte y describa la carga. Por ejemplo, en transporte internacional por carretera se utiliza la carta de porte CMR como documento estándar.
- Cumplimiento de peso y dimensiones: respetar los límites de peso por eje y dimensiones del vehículo establecidos por las autoridades, para garantizar la seguridad vial y evitar sanciones.
- Seguridad y estiba de la carga: asegurar correctamente la carga (amarres, embalaje resistente) para prevenir desplazamientos o caídas durante el viaje, conforme a normativas de seguridad en carretera.
- Regulaciones laborales y de circulación: los conductores deben respetar las horas de conducción y descanso obligatorias, y el transportista debe cumplir con seguros de carga y autorizaciones de transporte vigentes.

- Requisitos específicos de calidad: si aplica, cumplir normas sectoriales, por ejemplo, en alimentos envasados se siguen normas sanitarias de transporte (vehículos limpios, sin plagas), y en farmacéuticos moderados se exige proteger del calor excesivo y humedad.

En síntesis, los productos moderados no requieren permisos especiales como los materiales peligrosos, pero sí exigen cumplir la normativa general de transporte y mantener buenas prácticas para garantizar que lleguen en buen estado. El transportista debe operar dentro del marco legal (pesos, velocidad, documentación) y el remitente suele establecer lineamientos de calidad (por ejemplo, que el camión esté cerrado, que la temperatura se mantenga moderada, etc.). De este modo se asegura que el flujo logístico de productos moderados sea seguro, legal y eficiente, contribuyendo al servicio logístico deseado sin incurrir en riesgos ni multas por incumplimiento normativo.

2.2.2.2.Eficiencia operativa en el transporte

- **Teoría de la eficiencia operativa** (Porter, 1985):

La eficiencia en el transporte quiere decir cómo se pueden hacer las tareas de logística bien, reduciendo gastos y tiempos sin afectar la calidad del servicio. En la idea de manejo empresarial, Michael Porter (1985) destacó la logística (entrada y salida) como partes importantes de la cadena de valor de un negocio.

Según Porter, optimizar estas acciones puede dar ventajas sobre otros en costo: por ejemplo, bajar el costo por unidad enviada ayuda a una manera de liderar en costos (ventaja competitiva basada sobre eficiencia). En la cadena de valor genérica que Porter propuso, fue reconocido por primera vez la fuerte importancia de las acciones logísticas, tanto al llegar cosas (pedidos, manejo de materias primas) como al ir salidas (enviar productos terminados) (Ben-Daya, Hassini, & Bahrour, 2019). Esto plantó el camino para que las empresas vieran la logística y el transporte no solo como tareas rutinarias sino también como zonas donde se pueden lograr fuertes bajas en costos y mejoras en servicio que hagan subir la competencia (Cedeño & Millares, 2020).

La eficiencia operativa en transportar se logra mediante la optimización de procesos y recursos: mejor uso de capacidad de los vehículos, rutas más cortas o rápidas, menor consumo de

combustionable, reducción de tiempos ociosos (esperar, cargar/bajar), etc. Al mejorar continuamente en estos aspectos, la empresa puede reducir el costo logístico por unidad y mejorar su margen, cumpliendo así con la propuesta de Porter de competir en base a costos más bajos. No obstante, Porter también advierte que la eficiencia por sí sola no garantiza sostenibilidad, ya que debe alinearse con la estrategia general.

De hecho, estudios señalan que una logística eficiente aporta ventajas sostenibles tanto por vía de costos (menores gastos) como por vía de diferenciación (mejor servicio e innovación) (Díaz Narváez, 2006). Un análisis de A.T. Kearney citado por Christopher (1992) mostró que compañías con logística altamente eficiente lograron mejorar su posición competitiva mediante cuatro factores principales:

- Reducción significativa de los costos logísticos totales (transporte, almacenamiento, inventario), mejorando la rentabilidad.
- Mejora del servicio logístico al cliente, especialmente reduciendo el tiempo del ciclo pedido-entrega (entregando más rápido y puntual).
- Optimización de inventarios y reaprovisionamiento más ágil, evitando quiebres de stock mediante gestión eficiente de existencias.
- Incremento de la satisfacción del cliente, lo que se tradujo en mayor lealtad y repetición de negocios.

Para cuantificar y gestionar la eficiencia operativa, las empresas utilizan indicadores clave de desempeño (KPIs) logísticos enfocados en transporte. Estos KPIs permiten medir en forma objetiva qué tan bien se están cumpliendo los objetivos de costo, tiempo y servicio. Entre los principales KPIs de transporte se encuentran (Boada & Pesántez, 2023):

- **Tiempo de entrega promedio:** tiempo transcurrido desde que el pedido sale del almacén o centro de distribución hasta que es entregado al cliente. Un menor tiempo de entrega (lead time) indica mayor agilidad logística.
- **Puntualidad de entrega (On-Time Delivery):** porcentaje de envíos entregados *a tiempo*. Este indicador suele desglosarse en entregas dentro de la ventana pactada con el cliente. Una medida más completa es el OTIF (On Time In Full), que mide el porcentaje de pedidos entregados puntualmente y en cantidad completa.

- **Costo de transporte por unidad:** mide la eficiencia de costos, expresado como costo por tonelada transportada, por kilómetro recorrido o por pedido entregado. Permite monitorear reducciones de costo logradas por mejor uso de camiones, optimización de rutas o negociación con transportistas.
- **Utilización de flota:** un porcentaje de espacio de camión utilizado o número de entregas por camión por día. Una mayor utilización (sin exceso de carga) indica mejor productividad de activos.
- **Índice de siniestralidad y calidad:** indicadores de seguridad y calidad, como el número de accidentes/incidentes por kilómetro, o el porcentaje de envíos sin daños ni reclamaciones. Reflejan el control operacional y cuidado en el transporte.

En el caso de Transaliatis, se utilizarán indicadores como el tiempo promedio de entrega, el número de entregas tardías y el índice de cumplimiento de rutas para evaluar la eficiencia operativa. Además de estos, hay otros KPI importantes como el nivel de servicio logístico (que suele combinar puntualidad y completitud), el índice de devoluciones relacionadas con fallas de entrega, o la rotación de inventario en tránsito. Cada empresa selecciona los indicadores más relevantes según su estrategia. Por ejemplo, una compañía de e-commerce monitorea muy de cerca el tiempo de entrega y la puntualidad (porque sus clientes valoran la rapidez), mientras que una empresa industrial puede enfocarse más en costo por tonelada y utilización de flota.

2.2.2.3. Optimización de rutas y modelos matemáticos

- **Teoría del Vehicle Routing Problem (VRP):**

El Problema de Ruteo de Vehículos (VRP, por sus siglas en inglés *Vehicle Routing Problem*) es un problema clásico de optimización combinatoria en logística. Iniciado por Dantzig y Ramser en 1959, el VRP muestra la situación donde una flota de vehículos debe ayudar a un grupo de clientes que están lejos uno del otro. Se busca encontrar el mínimo costo para entregar los pedidos. En su versión básica (VRP capacitado), se cuenta con: un depósito central, varios clientes con demandas conocidas, y una flota de camiones de capacidad limitada. El meta común es reducir distancias o costos, cumpliendo las reglas de que cada comprador sea atendido por un solo vehículo; lo que pide el cliente se cumpla por completo, y ningún camión supere lo que puede cargar (Barrero, Robledo, Romero, & Viera, 2021).

Aunque enunciado de forma sencilla, el VRP es matemáticamente complejo: está demostrado que es un problema NP-hard, lo que significa que no existe un algoritmo eficiente conocido para hallar siempre la solución óptima en tiempo polinomial (el esfuerzo computacional crece exponencialmente con el número de clientes) (Dantzig & Ramser, 1959). Por eso, a lo largo de muchos años, se han creado varios tipos de modelos matemáticos y formas para resolver el VRP y sus cambios (Adolfo, 2017). Entre los enfoques más comunes se encuentran:

- Programación lineal entera: Dantzig & Ramser (1959) ya propusieron un modelo de programación lineal para el “problema de despacho de camiones”. Hoy se utilizan formulaciones enteras mixtas (MILP) mejoradas, resueltas con algoritmos de *branch-and-cut* y *branch-and-bound* para instancias pequeñas o medianas.
- Algoritmos heurísticos clásicos: procedimientos aproximados que construyen soluciones buenas en tiempo razonable. Un hito fue el método del ahorro de Clarke & Wright (1964), una heurística sencilla y eficaz que combina pedidos en rutas reduciendo “distancias de ahorro”. Otras heurísticas incluyen métodos de inserción secuencial, intercambios de rutas (*2-opt*, *3-opt*), etc (Campos, Moreno, & Thiessen, 2019).
- Metaheurísticas: algoritmos más avanzados inspirados en procesos naturales, útiles para problemas grandes. Estas técnicas iteran mejorando soluciones sucesivas y pueden acercarse mucho al óptimo en instancias complejas (Cedeño & Millares, 2020).
- Herramientas de software especializadas: en la actualidad existen potentes *software* comerciales y de código abierto que resuelven VRPs. Por ejemplo, paquetes como CPLEX o Gurobi (optimización exacta) o librerías como Google OR-Tools (algoritmos heurísticos de ruteo) que permiten obtener soluciones en tiempos razonables incluso con cientos o miles de puntos de entrega (Ben-Daya, Hassini, & Bahrour, 2019).

El avance de la computación ha permitido integrar estas herramientas en la gestión diaria. Muchas empresas utilizan ya sistemas de optimización de rutas integrados a su operación: desde módulos en los TMS (Transportation Management Systems) hasta servicios basados en la nube que, mediante algoritmos, generan rutas eficientes a partir de los pedidos del día. Esto brinda la capacidad de recalcular rutas rápidamente ante cambios (por ejemplo, pedidos de último momento o incidencias de tráfico), algo impensable en los años 60 cuando solo se contaba con métodos manuales o heurísticas estáticas.

La optimización de rutas no es solo un concepto teórico, sino una práctica ampliamente aplicada en la industria para mejorar la eficiencia del transporte, incluso en el manejo de productos "moderados". A continuación, se destacan ejemplos y casos reales que ilustran los beneficios obtenidos:

- **Caso UPS (paquetería general):** UPS, gigante de la mensajería que transporta millones de paquetes diarios (bienes moderados de todo tipo), implementó un sistema avanzado de ruteo llamado ORION. Este software, basado en algoritmos de optimización y datos GPS, reconfigura las rutas de sus repartidores para minimizar distancias y tiempos. Los resultados han sido notables: *“Desde 2012, con el programa ORION, UPS ha ahorrado alrededor de 100 millones de millas recorridas por año, así como 10 millones de galones de combustible por año”* (Williamson , 2022) estas cifras se traducen en ahorros de costos enormes (se estima más de \$300 millones anuales).
- **Caso de distribución regional de abarrotes:** Una empresa de distribución de productos alimenticios no perecederos (abarrotes) en México analizó sus rutas tradicionales, que seguían patrones empíricos en “zigzag” para abastecer tiendas en la región de La Laguna (Castillo, 2023). Al aplicar una herramienta de optimización, rediseñó sus rutas en forma de “trébol” alrededor de las carreteras principales, consolidando entregas cercanas geográficamente. Como resultado redujo kilómetros recorridos y logró un ahorro en tiempo de conducción del 15%, permitiendo a los camiones hacer entregas adicionales en la misma jornada, asimismo, se mejoró el llenado de camiones y se redujeron las horas extra de los conductores.
- **Optimización en sector de bebidas:** Empresas de bebidas y alimentos moderadamente perecederos (por ejemplo, refrescos, cerveza) han empleado algoritmos de ruteo para sus repartos urbanos. Un estudio de caso típico muestra que, tras implementar un software de ruteo, una embotelladora logró reducir su flota en un 10% manteniendo el mismo nivel de servicio, gracias a la consolidación de entregas y eliminación de recorridos redundantes (Williamson , 2022).

En todos estos casos, los productos moderados se benefician de la optimización de rutas porque, al no requerir manipulación especial en tránsito (como frío extremo o medidas de seguridad peligrosas), el enfoque principal está en mejorar la eficiencia pura del traslado. Es decir,

al optimizar rutas para mercancía “estándar”, el principal beneficio es económico y de servicio: menos kilómetros y horas = menor costo, y a su vez entregas más rápidas y puntuales = mayor satisfacción del cliente.

2.2.3. *Fundamentación teórica*

2.2.3.1. Gestión logística

La gestión de transporte se constituye como un conjunto de procesos que comprende un buen número actividades propias de la función logística, y que ha devenido en un aspecto clave para el correcto desempeño de la cadena de suministro y de sus procesos propios y asociados, hasta el punto de convertirse en una pieza fundamental capaz de aportar un valor añadido a la prestación de servicios o productos (Adolfo, 2017).

En este concepto puede estar incluido el servicio al cliente, tráfico y medios de transporte, almacenaje, selección del local para fabricar y almacenar, control de inventario, procesamiento de pedidos, compras, traslado de materiales, distribución, abastecimiento de piezas, embalaje, devolución de mercancías y previsión del volumen de pedidos y que una organización debe ofrecer productos y servicios a los clientes de acuerdo con sus necesidades y exigencias del modo más eficiente posible (Pinheiro de Lima, Breval Santiago, Rodriguez, & Follormann, 2017).

La tecnología ha evolucionado en los últimos años a un ritmo frenético, ayudando a gestionar una mayor cantidad de datos de forma más rápida y detallada. Por ejemplo, los códigos de barras tan habituales hoy en día son un ejemplo de la captura de información y de aumento de productividad del personal. En esta misma línea, se han desarrollado los códigos QR, que funcionan de manera similar, pero permitiendo almacenar mucha más información en cada etiqueta, y también la tecnología RFID, que permite leer las etiquetas por radiofrecuencia sin una línea de visión directa y en cantidades masivas (Castillo, 2023).

De esta forma, la nueva realidad competitiva presenta un campo de batalla en donde la flexibilidad, la velocidad de llegada al mercado y la productividad serán las variables claves que determinarán la permanencia de las empresas en los mercados. Y es aquí donde la gestión logística juega un papel crucial, a partir del manejo eficiente del flujo de bienes y servicios hacia el consumidor final.

Mientras que desde la perspectiva de Ruano Palacios (2024), la gestión logística mejora eficientemente los procesos en una organización, esto permite que las empresas tomen las decisiones adecuadas sobre el enrutamiento, envío y reducción de los costos, de hecho, el movimiento de la mercancía es rastreado para brindar un mejor servicio y cumplir con las expectativas del consumidor final.

Sin embargo, Vergara & López, (2022) sostiene que la gestión de transporte es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo, controla el flujo, almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Por su parte Othman y Voon (2018) argumenta que el objetivo de la gestión logística moderna es el permitir el control del proceso complejo de distribución, considerando factores como las leyes de una nación, la cultura, la situación económica, los niveles de desarrollo y demás factores importantes para el desempeño de un negocio

Finalmente Arias (2019), menciona que la gestión logística de operaciones es la base de toda actividad productiva de las organizaciones, permitiendo y agilizando su cumplimiento eficiente y ajustado a los objetivos propuestos. Además, por ser clave en la generación de la competitividad empresarial, la logística de operaciones está configurada y es única para cada institución, es decir, conlleva características propias de su configuración productiva, de su relación con el mercado y de la filosofía adoptada para su gestión.

2.2.3.2. Gestión del transporte

Las empresas, en el mundo globalizado de hoy, están organizadas de tal modo que los productos ya no son elaborados en una sola empresa y en muchas ocasiones tampoco en el mismo país, por lo que las necesidades y los requerimientos de los sistemas de transporte no son las mismas y pueden variar enormemente en función del tipo de industria, de ahí la necesidad de aplicar principios comunes a la concepción del sistema de transporte por sus posibilidades de movimientos e independencia operativa. A pesar de la existencia de normativas, la logística del transporte de carga por carreteras presenta grandes dificultades debido a que los recursos de todo tipo que intervienen no se utilizan eficientemente (Cedeño & Millares, 2020).

La comprensión de estos fundamentos permitirá analizar críticamente las deficiencias actuales en la gestión del transporte de Transaliatis, como la falta de planificación técnica de las rutas.

2.2.3.3. Logística de distribución y transporte.

Según López (2008) la logística de distribución y transporte se define como las actividad de trasladar materiales o productos en distintos puntos” este proceso se da desde el punto de entrega hasta los puntos del destinatario, es por ese que incluye no solo el transporte sino la carga y descarga de la mercancía transportada manteniendo los mejores tiempos de transporte, “Es importante resaltar que la logística moderna debe ser entendida como el medio para la adquisición, la producción y la operación de todo el proceso hasta la entrega al consumidor” (Pinheiro de Lima et al , 2017, p.266)

Para Sarmiento (2017), la logística de distribución se ocupa de las relaciones comerciales entre proveedores y consumidores, siendo esta responsable de la distribución física del producto terminado en los puntos de venta, proporcionando un servicio al cliente, garantizando que los pedidos se entreguen en la cantidad correcta, en el tiempo y en el lugar exacto en el que quieren y con la calidad y costo más atractivo.

Por su parte, Porras (2020) la distribución logística es un área que requiere una planificación estratégica muy detallada y minuciosa. Esto no solo involucra el aprovisionamiento de bienes del punto A al punto B, sino que también se basa en maximizar el ahorro de recursos, acortar el tiempo de transporte, el control de vehículos y la planificación de rutas de asignación, entre otros.

Porras (2020) menciona que existen 4 claves para la gestión logística de distribución, transporte y entrega;

- Obtenga su propia flota o alquile servicios 3PL para distribución logística
- Asignar adecuadamente los vehículos de reparto en la logística de distribución
- Planificar rutas para mejorar estratégicamente la logística de distribución
- Integrar tecnología profesional en la distribución logística

Esto coincide con García (2012), menciona que una correcta gestión del transporte obliga a que el responsable esté involucrado no solo en las tareas del día a día, como habitualmente ocurre, sino que sea participe de los planes estratégicos y tácticos de la empresa, para adaptar sus recursos a las necesidades que esta tenga a medio y largo plazo.

Desde su perspectiva Cruz et al., (2020), la transportación generalmente representa el elemento individual más importante en los costos de logística para la mayoría de las empresas. Se ha observado que el movimiento de carga absorbe entre uno y dos tercios de los costos totales de logística, sin embargo, existen algunos factores externos que pueden afectar el adecuado curso del plan (Boada & Pesántez, 2023):

- *Orografía del camino.* El mal estado de las vías incrementa la resistencia a la rodadura, obliga a reducir la velocidad y a utilizar marchas bajas.
- *Factores meteorológicos.* Lluvia y neblina Reduce la adherencia de los neumáticos por lo que el conductor se ve obligado a reducir la velocidad usando marchas bajas lo que incrementa el consumo de combustible. El uso de sistemas auxiliares del vehículo como luces y calefacción incrementan el consumo de combustible. Clima caliente Se incrementa la adherencia de los neumáticos lo que conlleva a un mayor gasto energético del motor.
- *Tráfico intenso.* En nuestro país estas situaciones son muy frecuentes debido a cierres viales por derrumbes o accidentes lo cual conlleva un consumo alto de combustible para recorrer distancias muy cortas.
- *Desconocimiento de la ruta.* Esto ocasiona un desaprovechamiento de la inercia del vehículo al usar excesivamente el freno y no gestionar adecuadamente los cambios de marcha.

2.2.3.4. Estrategias de distribución y transporte.

La estrategia de distribución se define como el conjunto de opciones sistemáticas que tiene una empresa para transportar el o los productos al consumidor desde el centro de distribución hasta los puntos de venta.

Para Sarmiento (2017) una buena estrategia de distribución permite aumentar las ventas, reducir los inventarios, disminuir los costes y mejorar la satisfacción de los clientes. Por lo

contrario, cuando la distribución es improvisada, sin una estrategia definida y con una ausencia de controles, se pierde todo el control de la distribución de los productos, aumentan los costes y también la insatisfacción de los clientes.

Desde el punto de vista de Zhu (2020), la importancia del proceso de distribución comienza con la adquisición de productos, el almacenamiento y luego la venta a través de un canal de distribución, donde la estrategia de distribución adecuada mejora la exposición de una empresa en el mercado de productos y puede ofrecer una ventaja en términos de velocidad y eficiencia.

Según Ruano (2024), la estrategia de distribución tiene como objetivo definir cuáles serán sus principales puntos de venta de acuerdo con los clientes que atiende y el tipo de producto que vende. También, permite determinar cómo se realizará el traslado y transporte del producto.

Ante ello, Serna y Calderón (2012) establecen los tipos de estrategia como la estrategia exclusiva, es decir, se elige un intermediario que se encarga de realizar una cantidad mínima de ventas en un producto determinado, de hecho, limita la entrega a la competencia, puesto que se da mediante una cantidad mínima de intermediarios, por el contrario, la estrategia intensiva plantea una serie de intermediarios mismos que deben acreditar un posicionamiento en los diferentes mercados para mantener dicha estrategia.

2.2.3.5. Resiliencia en el transporte de productos y riesgos operacionales

La resiliencia es la capacidad del sistema para cumplir con la mayor cantidad posible de sus funcionalidades previstas cuando se interrumpe por situaciones externas o internas (Figuerola, 2022).

Desde una perspectiva consecuente, la resiliencia, se fundamenta bajo el requisito de flexibilidad y adaptabilidad, así como la capacidad de absorber las perturbaciones del mercado y del medio ambiente, manteniendo así en continuidad el funcionamiento de la cadena de suministro (Campos, Moreno, & Thiessen, 2019).

Desde el punto de vista operativo, la resiliencia dentro del sistema de transporte de productos se define como la capacidad conjunta de sus componentes: infraestructura, vehículos y organización, para resistir hasta cierto grado el impacto de cualquier disrupción súbita y

desmesurada, adaptarse al cambio y recuperar la operación normal en un tiempo acorde a la magnitud del impacto. La resiliencia, al ser una capacidad, tiene como límite la destrucción del sistema por el impacto disruptivo (Quintero, 2022).

La resiliencia procura que las personas mantengan el estado de buena salud y bienestar psicológico cuando son expuestas a ambientes dinámicos y desafiantes. sostienen que, se trata de factores de protección humana que surgen en las relaciones familiares, en los entornos educativos, laborales y sociales (Villafuerte, Bello, Pacheco, & Zavala, 2023).

Para Jaramillo y Delgado (2019), la resiliencia es la capacidad humana que permite a las personas sobreponerse ante situaciones que han generado diversos tipos y grados de dificultad. Para ello los individuos y organizaciones activan todas sus habilidades y capacidades para superar las amenazas y debilidades que emergen a lo largo de sus vidas. Sin embargo, existe una posición opuesta o negativa que se caracteriza por la presencia de sintomatología depresiva o ansiedad, el estancamiento ante los problemas, y el desarrollo de patologías como consecuencia de la exposición excesiva o prolongada de las personas a graves problemas que les atormentan (Villasana, Alonso, & Ruiz, 2017)

En el entorno laboral y profesional la resiliencia es especialmente relevante porque, en atención a las condiciones de cada individuo y de sus puestos de trabajo, es posible ajustar la acción o afrontamiento específicas (Alonso, Nieto, & Ruíz, 2013)

El advenimiento de la globalización promovió en las organizaciones la busca incesante de la competitividad, obligando a las empresas a salir de un estado de ventajas comparativas a uno de ventajas competitivas. Todavía, las organizaciones que están en la vanguardia de sus sectores y que son consideradas exitosas son aquellas que efectivamente desarrollan sus competencias esenciales procurando ofrecer un patrón de excelencia en bienes y servicios y se preocupan por su estrategia y por la fuerza de trabajo. (Pinheiro de Lima et al , 2017, p.265)

La administración de la cadena de suministro se ocupa de todas las actividades necesarias para llevar un producto de un lugar a otro de manera eficiente, e integral con buena calidad, con el propósito de cumplir con los requisitos del cliente (Magaña, Prats, & Álvarez, 2021).

Según Navarro (2021), la necesidad de continuidad a nivel flujo de productos y servicios es la expresión de una cadena de suministro, pues la resiliencia hace parte de un mayor propósito, como la gestión de riesgos. Ante ello, Kwak et al., (2018) manifiestan que es un requisito estratégico y una respuesta apenas natural a las crecientes afectaciones que la cadena de suministro exterioriza en relación con el transporte, el tipo de cambio y los riesgos culturales, enmarcados propiamente en el concepto de globalización. Bajo este marco, las tecnologías de la información constituyen una variable importante en la estructura de la cadena de suministro, dada su capacidad de integrar procesos internos y externos mediante desarrollos en comunicación y transmisión de datos, permitiendo mayor asertividad en la toma de decisiones (Ben-Daya, Hassini, & Bahroun, 2019).

Por su parte, Ponomarov y Holcomb (2009), sostienen que cada acción contemplada en el marco de la cadena logística es susceptible a sufrir interrupciones inesperadas, por lo que para reducir este riesgo las empresas deben incorporar elementos que proporcionen una respuesta efectiva que permita una rápida recuperación a su normalidad operativa. De aquí que, para una adecuada administración de la cadena de suministro, se deban desarrollar estrategias sólidas que generen un equilibrio entre los riesgos y oportunidades, de lo contrario, el impacto puede ser muy alto para la organización.

Ante ello, Zapata (2020) expresa que la gestión de reducción de riesgos operacionales en el sector de transporte de carga es muy necesaria y se recomienda su monitoreo, evaluación y control de una manera cuantitativa e integrada, solo así, se desprenderán estrategias de mayor impacto en la organización con el objetivo de evitar la interrupción general de la cadena de abastecimiento.

Finalmente, dentro de este marco de estrategias, Daneshvar & Gargeya (2019), sostienen que los sistemas de información están diseñados para gestionar y automatizar todas las etapas en la cadena de suministro, ejerciendo de esta manera un óptimo control en la organización.

2.2.3.6. Indicadores de gestión logística de transporte

Un indicador de gestión es considerado como una expresión de naturaleza cuantitativa que representa el comportamiento o desempeño de una actividad, operación o proceso durante un

intervalo de tiempo. Su magnitud requiere que sea comparada con un valor de referencia para poder determinar posibles desviaciones que ameriten acciones correctivas o preventivas según sea el caso (Vera, 2019).

Según Alonso et al., (2013), los indicadores de rendimiento o desempeño son frecuentemente utilizados para valorar actividades complicadas de medir como los beneficios de desarrollos líderes, compromiso de empleados, servicio o satisfacción

Para Mazo (2021), los KPI difieren dependiendo de la naturaleza de la empresa y de su estrategia. Ayudan a la organización a medir el progreso hacia el logro de las metas organizaciones, especialmente hacia la dificultad de cuantificar el conocimiento basado en actividades.

A criterio de Díaz (2006), los indicadores de gestión logística KPI, suelen estar atados a la estrategia de la organización. Son vehículos de comunicación; permiten que los ejecutivos de alto nivel comuniquen la misión y visión de la empresa a los niveles jerárquicos más bajos, involucrando directamente a todos los colaboradores en realización de los objetivos estratégicos de la empresa.

Los indicadores de gestión logística KPI se clasifican en:

- Indicadores de rutas > 12 horas (TRI)
- Indicadores de market refusal, rechazos (OTIF)
- Indicadores de Disponibilidad de Flota (DF)

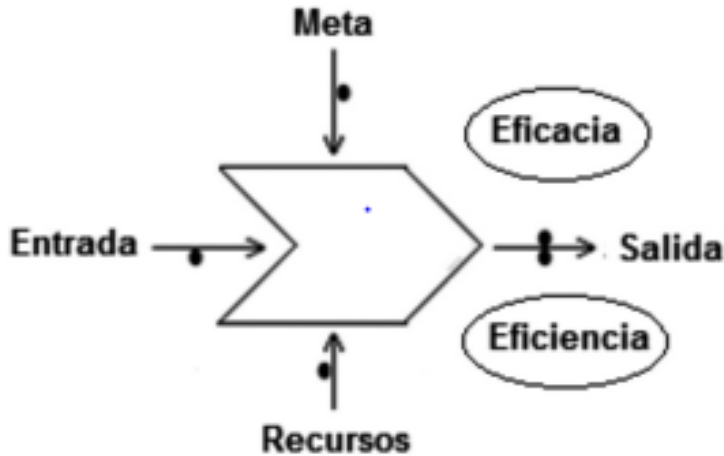
2.2.3.7. La eficiencia operativa en el transporte de productos moderados

La eficiencia operativa trata en que nuestra competencia no realice las tareas de una mejor forma que nosotros, por lo tanto, no puede limitarse a ser solo eficaz como organización, sino que a su vez debe ser capaz de usar de manera inmejorable los recursos. En contraste, se torna de una manera incierta, y se denomina el buscar el posicionamiento estratégico, que significa hacer tareas distintas o similares comparativas a la competencia, pero mejorándolas. Es allí donde podemos decir que una empresa debe contar con alguna característica diferenciadora para que tenga una ventaja sobre su competencia, y esta a su vez esté presente en cualquier parte de la cadena de

provisión, adicionalmente debe tener la capacidad de constantemente mejorarla y mantenerla en el tiempo (Leal Arana & Quispe, 2018).

Figura 1

Ilustración de eficacia y eficiencia



Nota. Imagen adaptada del estudio de Pinheiro de Lima et al , 2017

Según Álvarez y Midolo (2017) define a la eficiencia como el grado en el cual una entidad ha logrado utilizar sus recursos de manera positiva y optima, esta referido también a la relación existente entre los bienes producidos y entregados, y los recursos utilizados para ese fin (productividad), en comparación con un estándar mínimo de desempeño establecido.

2.2.3.8. Indicadores de eficiencia operativa

Productividad. - El uso de la tecnología de sistemas de información logística hizo el intercambio de informaciones de logística más eficiente, eficaz y rápida. Los sistemas de información de logística son los hilos que unen las actividades logísticas en un proceso integrado (Pinheiro de Lima, Breval Santiago, Rodriguez, & Follormann, 2017).

La productividad tiene como indicadores a dos elementos, eficacia y eficiencia, estos elementos se consideran como la división entre lo que se obtiene y los recursos utilizados. Las empresas deben estudiar y analizar los procesos productivos para determinar las causas que afectan y establecen bases para incrementar. También es la relación de rendimiento de recursos disponibles para lograr objetivos

Productividad = Recursos Logrados / Recursos Empleados

Eficiencia = Produccion Real /Disponibilidad

Eficacia = Numero de Horas Programadas / Numero de Horas Alcanzadas

Calidad. - El término calidad se refiere a cumplir con una variedad de requisitos que satisfacen tanto las necesidades obvias como las implícitas de los consumidores. De acuerdo con Rojas et al., (2020), calidad se define como el nivel de excelencia al cual una empresa se esfuerza por llegar para satisfacer a sus clientes. Esto se basa en el servicio esperado por cada empresa, considerando las necesidades y expectativas de los clientes. En resumen, las empresas que establecen estándares de calidad elevados y ofrecen una amplia gama de servicios adaptados a las necesidades de los clientes pueden mantener su competitividad en el mercado.

En cierto sentido, la calidad puede ser fácilmente medida por el número de órdenes incorrectas. No obstante, existen también muchos aspectos no cuantitativos a ella relacionados con la ejecución de procesos y operaciones. Esto también muestra un aspecto adicional del desempeño: la robustez. Internamente, procesos robustos ayudan a reducir los costos mediante la eliminación de errores. Ellos también ayudan a aumentar la confiabilidad, haciendo procesos más adecuados y correctos (Pinheiro de Lima, Breval Santiago, Rodriguez, & Follormann, 2017, p. 270).

Administración de operaciones. - La administración de operaciones abarca una variedad de tareas esenciales para el funcionamiento efectivo y sostenible de una empresa. Implica la planificación, organización, dirección, supervisión y mejora constante de los recursos productivos para añadir un valor significativo tanto al proceso de producción como al producto final. Según lo descrito por Benassini y Razo (1998), la administración de operaciones se define como la función que posibilita a las empresas alcanzar sus objetivos a través de la utilización eficaz de los recursos disponibles.

Gestión por procesos. - Según el estudio de Barrios et al., (2019) la gestión por procesos implica establecer metas y crear planes para implementar acciones de control, administración y supervisión. Estas acciones están destinadas a dirigir las actividades hacia los objetivos de la organización, considerando siempre las necesidades y deseos de los clientes. Esta metodología se

destaca por evaluar de manera minuciosa los resultados y esforzarse constantemente por mejorar, todo ello con el propósito de asegurar la completa satisfacción de los clientes.

Por su parte Miranda (2021) mencionó que gestión de procesos es una metodología que sistematiza procedimientos, formas de trabajo, actividades y tareas formando parte de una cadena de valor, para convertirlas en una secuencia, asegurando todo servicio y/o bien generando resultados positivos e impactos en el cliente.

2.2.4. Diagnóstico de procesos logísticos

2.2.4.1. Modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference):

SCOR da un plan claro para analizar cómo funciona la cadena de suministros, fijando pasos normales, números de resultados y buenas acciones (Spina, et al., 2016). El tipo ordena las cosas en seis pasos clave: Planear, Buscar (Fuente), Hacer, Dar, Regresar y Apoyar (Spina y más, 2016). Cada paso cubre un segmento del movimiento logístico:

- *Planificar* (Plan) se refiere a todas las actividades de planificación estratégica y táctica de la cadena de suministro (pronósticos, balance oferta-demanda, planes de producción y transporte).
- *Aprovisionar* (Source) cubre la obtención de materiales o productos desde proveedores, incluyendo compras y gestión de transporte entrante.
- *Fabricar* (Make) abarca la producción o ensamblaje, es decir, la transformación de insumos en productos terminados.
- *Entregar* (Deliver) corresponde a la distribución y logística de salida: procesamiento de pedidos de clientes, gestión de almacenes de producto final, transporte al cliente y entrega final.
- *Devolver* (Return) contempla la logística inversa, devoluciones de clientes o retornos de materiales (ej. manejo de productos devueltos, reciclaje, garantías).
- *Habilitar* (Enable) es un proceso introducido en versiones recientes de SCOR, que incluye todas las actividades de soporte que permiten que la cadena funcione (gestión de datos, infraestructura, capacitación, tecnología, etc.).

En la perspectiva de este trabajo, los procesos de planificación, ejecución y entrega son críticos. *Planificación* establecería cómo se organizan las operaciones de transporte (rutas maestras, políticas de inventario, etc.); *ejecución* abarcaría la fase operativa (desde el aprovisionamiento hasta la fabricación, en la que el transporte interno o entre plantas juega un rol); y *entrega* se enfoca en la distribución física al cliente, que es el campo típico de la gestión del transporte de salida. SCOR permite desglosar cada uno de estos macro-procesos en subprocesos más detallados (nivel 2 y 3 del modelo) para mapear exactamente qué ocurre en la logística de la empresa y cómo se interrelacionan las actividades (Díaz & Marrero, 2014).

El SCOR sirve en primer lugar, sirve para estandarizar la visión de la cadena: una empresa puede mapear sus procesos actuales contra los procesos SCOR. Por ejemplo, identificar en “Entregar” actividades como gestión de pedidos, planificación de transportes, picking, embalaje, envío, gestión de flota, etc., y luego asociar métricas SCOR a cada actividad (por ejemplo: tiempo de ciclo de pedido, porcentaje OTIF en Deliver, costo de distribución como % de ventas, etc.) (Othman & Voon, 2018). SCOR provee un conjunto de indicadores de rendimiento para cada proceso, lo que facilita evaluar dónde hay brechas. Si la métrica de “perfect order” (orden perfecta, 100% a tiempo y sin errores) en Deliver está por debajo del benchmark de la industria, eso indica un área de mejora en la etapa de entrega (Rojas, Niebles, & Pacheco, 2020).

Asimismo, SCOR promueve la alineación de procesos con mejores prácticas. Por ejemplo, para el proceso Deliver, SCOR sugiere prácticas óptimas como contar con sistemas TMS, visibilidad de envíos en tránsito, políticas claras de gestión de devoluciones, etc. Al diagnosticar, se verifica si la empresa tiene implementadas esas prácticas o no (Porrás, 2020).

Los objetivos del modelo SCOR incluyen: estandarizar términos y procesos, medir el rendimiento de forma consistente y fomentar la mejora continua (Díaz & Marrero, 2014). En un diagnóstico logístico típico, el equipo de mejora:

- *Mapea* los procesos actuales según SCOR (nivel 1 a 3).
- *Recolecta datos* de desempeño en cada proceso (usando las métricas definidas por SCOR u otras internas).
- *Compara* contra objetivos o benchmarks (propios o de la industria).
- *Identifica brechas* de desempeño o cuellos de botella en el flujo.

- *Prioriza* áreas críticas para mejorar (por ejemplo, si Deliver presenta mayores problemas de cumplimiento de tiempos, enfocarse allí).

Por ejemplo, si durante el diagnóstico bajo SCOR se detecta que el subproceso de *planificación de transporte* (parte de Plan y Deliver) no está bien articulado con el de producción (Make), podría haber descoordinación: producción lista, pero camiones no disponibles a tiempo. Esto podría manifestarse en métricas como retrasos en entregas o baja utilización de flota. Con SCOR, se tendría visibilidad de esa interacción y se podría proponer mejoras (mejor comunicación Plan-Deliver, sistemas integrados, etc.).

2.2.4.2.Herramientas de diagnóstico

Además de marcos de referencia como SCOR, el diagnóstico logístico práctico se apoya en herramientas específicas de análisis de procesos y de calidad. Entre las más utilizadas se encuentran los diagramas de flujo, las matrices causa-efecto (diagramas de Ishikawa) y las encuestas a actores clave del proceso. Cada una cumple un rol distinto en la identificación de problemas y oportunidades de mejora (Revilla Jaimes, 2023):

- Diagramas de flujo: En logística, elaborar un diagrama de flujo de, por ejemplo, el proceso de gestión de pedidos y transporte permite *visualizar todas las etapas* desde que llega un pedido hasta su entrega. Esto ayuda a detectar ineficiencias, re-trabajos o demoras. Por ejemplo, un flujo podría revelar que hay demasiadas aprobaciones antes de liberar un pedido a despacho, o que el proceso de asignación de rutas es secuencial en vez de paralelo, causando esperas. Al plasmar el proceso, el equipo puede debatir “¿Esta secuencia es óptima? ¿Dónde se forman cuellos de botella?”.
- Diagrama de Ishikawa (causa-efecto): Es una herramienta clásica de calidad para hallar las causas principales de un problema. Tiene una forma de espina de pez, donde la “cabeza” es el efecto o problema que hay que analizar y las “espinas” son tipos de posibles causas (Métodos, Maquinaria, Mano de obra, Materiales, Medio ambiente, Medición – las 6M, comunes en Ishikawa) En logística, el Ishikawa se usa para organizar un brainstorming acerca de por qué ocurre cierto problema operacional. Por ejemplo, si el problema es “retrasos en el transporte”, se buscan causas en varias categorías. (Sarmiento, 2017):

- *Método*: ¿Existen procedimientos ineficientes? (p. ej., planificación de rutas inadecuada, asignación manual lenta, exceso de burocracia).
- *Maquinaria*: ¿Problemas con los equipos? (vehículos averiados, flota insuficiente, fallas en sistemas TMS).
- *Mano de obra*: ¿Factores humanos? (falta de capacitación de conductores, errores en picking que demoran cargas, personal insuficiente en despachos).
- *Materiales*: ¿Causas relacionadas con la carga? (mercancías mal embaladas que requieren re-acomodo, documentación incompleta que detiene camiones en controles).
- *Medio ambiente*: ¿Factores externos? (vías en mal estado, tráfico, clima adverso, regulaciones como restricciones de circulación).
- *Medición*: ¿Problemas en cómo se mide o gestiona? (falta de indicadores tempranos, comunicación deficiente de horarios de entrega, etc.).
- Encuestas y sondeos: Involucrar a las personas ligadas al proceso logístico es clave para un diagnóstico completo. Las encuestas y entrevistas estructuradas permiten recabar información cualitativa y cuantitativa directamente de quienes ejecutan o reciben el servicio logístico. Por ejemplo: encuestas a choferes y empleados en almacén para saber problemas de cada día (rutas mal hechas, tiempo de cargamento largo, trámites complicados); o charlas con quienes planifican para saber cómo deciden (uso de sistemas, información que necesitan).

2.2.5. Tecnología en la gestión del transporte

En esta investigación, se considerará el uso de sistemas abiertos como OSRM para proponer mejoras tecnológicas en el monitoreo y planificación de rutas en Transaliatis:

2.2.5.1. Sistemas de Gestión de Transporte (TMS):

Un Sistema de Gestión de Transporte (TMS, por *Transportation Management System*) es un programa informático hecho para planear, hacer y ver las tareas de moverse mercancías. De acuerdo con Oracle (2025), un TMS es un método logístico que usa tecnología para ayudar a las empresas a trazar, hacer y mejorar el movimiento físico de producto— tanto envíos entrantes como salientes – asegurando que el transporte cumpla con normativas y cuente con la documentación

apropiada (Pinheiro de Lima, Breval Santiago, Rodriguez, & Follormann, 2017). En su punto más sencillo, el TMS funciona como el cerebro electrónico del movimiento de cosas: da una vista clara en vivo de los envíos, pone junta toda la información de pedidos y envíos, y ayuda a hacer buenas elecciones para llevar las cosas a tiempo y bien (Sarmiento, 2017).

Funcionalidades típicas de un TMS incluyen (Navarro, 2021):

- **Planificación de cargas y rutas:** A partir de los pedidos a despachar, el TMS consolida envíos, selecciona los vehículos o modos óptimos y traza las rutas más eficientes. Puede considerar restricciones de capacidad, ventanas de entrega y costos de diferentes carriers. El objetivo es minimizar costos de transporte y cumplir con los tiempos (por ejemplo, armando rutas que maximicen el llenado de camiones y reduzcan kilómetros recorridos).
- **Ejecución y seguimiento de envíos:** El TMS gestiona la asignación de viajes a transportistas, genera documentos de envío (como la carta de porte, etiquetas) y hace seguimiento *tracking* de cada envío en tránsito. Integra datos GPS o de IoT para conocer la ubicación de los camiones y detectar desvíos o retrasos.
- **Gestión de tarifas, costos y contratación:** El sistema almacena las tarifas negociadas con transportistas, calcula automáticamente los costos de cada envío y puede optimizar la selección de carrier (*carrier selection*) para cada carga según precio y performance. Asimismo, facilita la contratación y comunicación con transportistas externos (tendering, comparación de cotizaciones, etc.).
- **Cumplimiento normativo y documentación:** Un TMS ayuda a asegurar el cumplimiento de regulaciones de transporte, por ejemplo, gestionando restricciones de horas de conducción, pesos máximos por eje, rutas prohibidas para cierto material, etc. Además, genera y administra los documentos requeridos (ej.: conocimiento de embarque, CMR, manifiestos de carga, documentos aduaneros), reduciendo errores manuales.
- **Análisis y reporte de desempeño:** La mayoría de TMS incluyen dashboards e informes que muestran KPI del transporte (como % de entregas a tiempo, costos por km, uso de flota, OTIF, etc.). Esto permite evaluar el rendimiento del área de transportes y detectar tendencias o áreas a mejorar. Algunos incluso incorporan inteligencia de negocios para simular escenarios (por ejemplo, qué pasaría con costos si se consolida tal ruta, o si se cambia de proveedor logístico).

En cuanto al impacto de un TMS, su aporte se refleja en mayor eficiencia, visibilidad y control sobre la operación de transporte. Al hacer planificaciones que antes se hacían a mano (como dar pedidos a camiones con hojas de cálculo), los tiempos de programación bajan y hay mejores resultados (rutas optimizadas, menos viajes vacíos). La visibilidad de principio a fin es que tanto la empresa como, a veces, sus clientes pueden seguir envíos en tiempo real, aumentando la confianza del servicio. (Pinheiro de Lima, Breval Santiago, Rodriguez, & Follormann, 2017). Por ejemplo, una empresa puede saber en cada momento dónde están sus camiones y anticipar demoras para avisar al cliente, en lugar de operar “a ciegas” (Namakforoosh, 2000).

2.2.5.2. Tecnologías emergentes

La gestión de transporte está teniendo un cambio rápido gracias a nuevas tecnologías que aumentan la claridad, análisis de datos y capacidad de respuesta. Entre las más importantes están el Internet de las Cosas (IoT) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS), junto con el análisis avanzado (Big Data, machine learning) y otras creaciones como blockchain o carros autónomos. Estas tecnologías, a menudo unidas a los sistemas TMS u otros, están cambiando la manera en que se preparan y vigilan las acciones de transporte (Quintero, 2022):

- Internet de las Cosas (IoT) y telemática: Se trata de poner sensores y dispositivos conectados en vehículos, recipientes y bienes para enviar datos en tiempo real. En el transporte, la tecnología del IoT facilita la vigilancia constante de la flota, dando una visión en tránsito del manejo, las rutas y los activos. Las ventajas son muchas: las empresas pueden bajar el consumo de combustible y los gastos de mantenimiento al encontrar malos hábitos (como un ralenti que dura mucho o frenazos bruscos) y mejorar la conducción. También pueden cortar demoras al ver desviaciones o agolpamientos y hacer algo pronto. Por último, pueden subir la seguridad del conductor o la carga evitando choques o robos (como una señal si un camión sale de su ruta dada o la puerta del recipiente se abre donde no debe).
- GIS y navegación inteligente: La tecnología GIS, combinada con sistemas de navegación (ej. mapas digitales con tráfico en tiempo real), permite una optimización dinámica de rutas. Actualmente, aplicaciones de uso común (Google Maps, Waze) ya ofrecen rutas más cortas en tiempo considerando el estado del tráfico. En el entorno empresarial, estos datos

geoespaciales alimentan al TMS o a sistemas de despacho para recalcular rutas sobre la marcha. Por ejemplo, si un accidente cierra una autopista, el sistema puede proponer automáticamente una ruta alterna al conductor para evitar el atasco, minimizando el retraso. Mediante algoritmos de machine learning, incluso se pueden predecir tiempos de tránsito más precisos aprendiendo de datos históricos y condiciones presentes.

- **Big Data e Inteligencia Artificial:** Con la digitalización masiva de la logística (datos de IoT, historiales de envíos, información meteorológica, precios spot de transporte, etc.), los gestores de transporte cuentan con un volumen de datos sin precedentes. Las técnicas de Big Data y AI permiten analizar estos datos para encontrar patrones y optimizar decisiones. Por ejemplo, algoritmos de *machine learning* pueden ayudar a pronosticar la demanda de transporte con mayor precisión, identificar qué factores causan más demoras (día de la semana, ciertas rutas, ciertos clientes) o incluso optimizar el mantenimiento de la flota (mantenimiento predictivo): combinando datos de sensores y de taller, predecir cuándo un camión probablemente falle y programar su mantenimiento antes de que cause una avería en ruta.
- **Otras tecnologías emergentes:** Vale mencionar brevemente otras innovaciones que, si bien incipientes, prometen impacto en el transporte. Blockchain, por ejemplo, se está utilizando para *track & trace* inteligente, garantizando la trazabilidad y autenticidad de la información de envíos a lo largo de múltiples actores de la cadena. Esto es útil para crear cadenas de suministro más transparentes y seguras, donde cada evento (salida del puerto, entrega al transportista, recepción por el cliente) queda registrado en una cadena de bloques inmutable, reduciendo disputas sobre responsabilidad o fraude documental.

CAPITULO III

METODOLOGÍA.

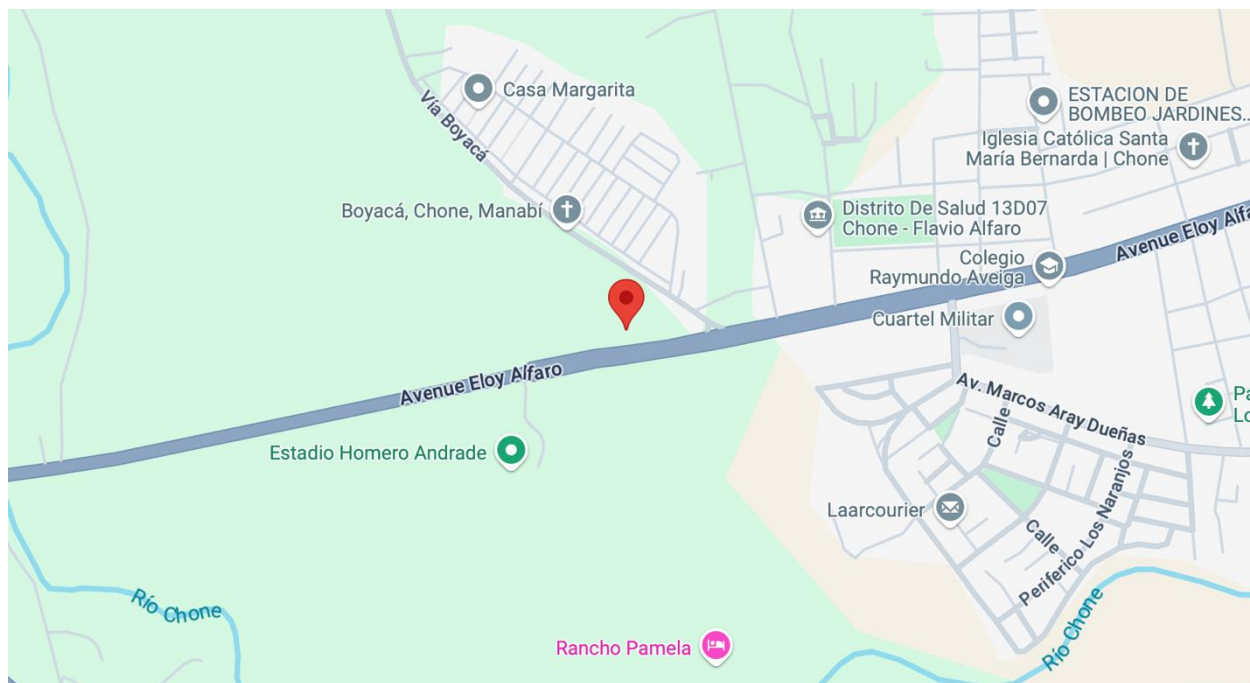
3.1 Descripción del área de estudio.

La presente investigación estudia la eficiencia operativa en la gestión del transporte, ante eventos externos que pueden afectar las actividades institucionales y por ende la operacionalización de la empresa Transaliatis en el presente año. Chone es considerada la cuarta urbe más grande y poblada de la provincia de Manabí, conectando con diversos destinos que permiten una ágil distribución de los productos moderados.

Las coordenadas geográficas exactas del punto son latitud -0.6993899 y longitud -80.1176624 , lo que permite su fácil localización y planificación logística mediante sistemas de georreferenciación.

Figura 2

Localización de Transaliatis. en Chone



Nota. Imagen obtenida mediante la aplicación de Google Maps, especificando proximidad a instituciones clave.

En la visualización a través de Google Maps, como se aprecia en la imagen, el punto está marcado con un pin rojo, su proximidad a instituciones clave como el Estadio Homero Andrade, el Distrito de Salud 13D07 Chone - Flavio Alfaro, y el Cuartel Militar, refuerza su posición céntrica y de fácil acceso tanto para los camiones de distribución.

Para el análisis del tamaño de la muestra, se delimita la población al personal vinculado directamente con las actividades de distribución de la empresa Transaliatis, específicamente a:

- 20 conductores, responsables del transporte de productos en las distintas rutas operativas.
- 6 integrantes del personal administrativo, entre los que se incluyen:
 - Jefe de logística
 - Planificador de rutas
 - Coordinador de operaciones
 - Supervisor de transporte
 - Asistente de distribución
 - Responsable de control de calidad logística

El muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia, ya que se seleccionó al personal con mayor experiencia y conocimiento sobre las rutas, procesos operativos y decisiones logísticas. Esta modalidad de muestreo resulta adecuada para la presente investigación, dado que el objetivo es obtener información precisa y cualitativamente rica de los actores más involucrados y competentes en el manejo de la operación logística. Su conocimiento acumulado garantiza una visión crítica y detallada de las problemáticas actuales, lo que fortalece la validez de los hallazgos en el contexto del estudio de caso.

3.2 Enfoque y tipo de investigación

3.2.1 Enfoque

La presente investigación adopta un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, lo cual permite una comprensión integral del fenómeno estudiado.

Enfoque Cualitativo.

Se considera este aspecto debido a la recolección de información obtenida de investigaciones que se basan en el correcto flujo del transporte, sin olvidar la información obtenida de primera mano de los actores que interviene, como lo son el personal operativo de la empresa. este método permite partir del objeto de estudio, los objetivos y la pregunta

de investigación, conduciendo la búsqueda del conocimiento, del significado, de las interpretaciones sobre la realidad, compartidos en una comunidad, para construir el proceso de investigación.

Enfoque Cuantitativo.

Es importante mencionar que mediante este aspecto se recolectó información con la base de datos de los indicadores considerados dentro de la operación, los cuales son Rutas > 12 horas, y Análisis cuantitativo de riesgo.

3.2.2 Tipos de investigación

Según su alcance:

Investigación descriptiva. La investigación descriptiva en la presente investigación se utilizó para describir la situación actual de la empresa objetivo de estudio, Según (Namakforoosh, 2000) “La información obtenida en un estudio descriptivo, explica perfectamente a una organización el consumidor, objetivos, conceptos y cuentas” permitiendo plantear adecuadamente el problema.

Investigación explicativa. Para identificar las causas que promovieron el presente proyecto se utilizó la investigación explicativa, según Díaz (2006) estos estudios van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos y sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta este, o por qué dos o más variables están relacionadas. Es decir que la investigación explicativa permite tener una visión estructurada de las motivaciones de los proyectos ya objetivo se centra en la exploración y se centra además en el entendimiento del fenómeno a que hacen referencia.

Según la fuente de información:

Investigación de campo. La investigación de campo está ligada estrechamente a la investigación documental, lo que se aplicó en la presente investigación en donde la presencia en campo se utilizó como validación de la documentación, los autores citan textualmente lo siguiente: En la ejecución de los trabajos de este tipo, tanto el levantamiento de información como el análisis, comprobaciones, aplicaciones prácticas, conocimientos y métodos utilizados para obtener conclusiones, se realizan en el medio en el que se desenvuelve el fenómeno hecho en estudio. La presentación de resultado se

complementa con un breve análisis documental. En estas investigaciones, el trabajo se efectúa directamente en el campo (80 a 90 por ciento) y sólo se utiliza un estudio de carácter documental para avalar o complementar los resultados (20 a 10 por ciento).

Investigación bibliográfica. Según Benassini y Razo (1998) permite plantear cuáles serán los apoyos Teóricos de apoyo a la investigación, aunque la investigación bibliográfica podría a breves rasgos interpretarse como investigación documental, su aplicación radica en que promueve el soporte teórico de autores, en la presente investigación la investigación bibliográfica permitió desarrollar el marco teórico, mismo que guio a través de los conceptos los resultados, Investigación documental.

Investigación documental. Según, Benassini y Razo (1998) en la investigación documental “la recopilación de información y el análisis de los resultados tienen un grado de carácter documental muy alto (...) Las investigaciones de este tipo son teóricas por lo general, abstractas y poco susceptibles de comprobar por medios físicos; entre algunos”. Sin embargo, en la presente investigación se utilizó la investigación de documental en conjunto con la investigación de campo, debido a que había que constatar o de alguna manera evidenciar el soporte documental para la realización del presente proyecto.

3.3 Métodos.

- Método Inductivo – Deductivo. - Dentro de esta investigación se utilizará el método inductivo como la obtención de conclusiones que permitirán indagar más sobre la eficiencia de la empresa y la del transporte; mientras que el método deductivo permitirá conocer las conclusiones dadas en el presente estudio.
- Método Analítico – Sintético. - Mediante este método se lograrán conocer las variables dependiente e independiente y de esta manera conocer la relación que existe entre las dos.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.

De acuerdo como lo plantea Zapata et al., (2020) “La calidad de un trabajo de investigación depende, principalmente, de la elección adecuada del diseño y elaboración de las técnicas, así como de los instrumentos que se utilizarán”.

Las técnicas que se utilizarán en el presente estudio son, observación y entrevistas, mismas que serán empleadas a los conductores de distribución y personal administrativo

de la empresa Transaliatis, las cuales brindarán información eficiente y fundamental a la problemática planteada.

Se aplicaron las siguientes técnicas:

- Observación directa de la operación de transporte.
- Entrevistas estructuradas al personal administrativo y conductores.
- Análisis documental de bitácoras, reportes de entrega y planificación de rutas.

Instrumentos utilizados:

- Fichas de observación
- Guía de entrevistas
- Cuadro de indicadores operativos
- Registros de rutas (antes y después de la optimización)

3.5 Herramientas tecnológicas utilizadas para la mejora del diseño de rutas

Para el rediseño de las rutas se empleó una metodología basada en el Problema de Ruteo de Vehículos (VRP) utilizando herramientas digitales de optimización y visualización, tales como:

- Python: Lenguaje de programación para el procesamiento y automatización del modelo.
- OR-Tools (Google): Librería especializada en optimización combinatoria utilizada para modelar el VRP.
- Open Street Map Routing Machine (OSRM): Para calcular distancias reales entre paradas.
- Folium: Herramienta de visualización geoespacial empleada para generar mapas interactivos con las rutas optimizadas.
- Google Maps: Para verificación y validación de la ubicación de clientes y el depósito.

3.6 Definición y operacionalización de Variables

Variable dependiente: Gestión del Transporte

Tabla 1*Operacionalización de la variable dependiente*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento de recolección
Gestión del Transporte	La logística de transporte se define como la actividad de trasladar materiales o productos en distintos puntos. Incluye carga, descarga y eficiencia de tiempos. (López Fernández, 2008)	Planificación y control	Distribución de rutas Herramientas de ejecución y monitoreo de rutas	Análisis documental	Ficha de información
		Costos y presupuesto	Planificación presupuestaria de la flota Optimización de recursos	Análisis documental	Ficha de información
		Gestión del talento humano	Proceso de selección del personal Capacitación y prueba en ruta	Observación	Ficha de observación

Nota. Elaboración propia basada en López (2008) y la definición de eficiencia operativa.

Variable independiente: Eficiencia operativa

Tabla 2*Operacionalización de la variable independiente*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento de recolección
Eficiencia Operativa	Capacidad de la organización para ejecutar sus procesos con el menor uso de recursos y en el menor tiempo posible, ofreciendo un buen servicio. (Romero Cuenca, 2022)	Tiempos alcanzados	Tiempo planificado vs. tiempo ejecutado % de cumplimiento	Análisis documental	Ficha de información
		Capacidad de ejecución	Cajas entregadas por jornada Clientes atendidos por unidad operativa	Observación	Ficha de observación
		Personal en ruta	Estructura organizacional Responsabilidad y compromiso del personal	Entrevista estructurada	Entrevista aplicada al personal

Nota. Elaboración propia basada en Romero Cuenca (2022) y la definición de eficiencia operativa.

3.7 Procedimientos

Fase 1. Diagnóstico de la gestión del transporte de productos moderados de la empresa de Transaliatis.

El diagnóstico se desarrolló a través de técnicas cualitativas y cuantitativas aplicadas al personal operativo y administrativo de la empresa. Se utilizaron herramientas como la observación directa, entrevistas estructuradas y fichas de recolección de datos. Estas herramientas fueron validadas mediante juicio de expertos, específicamente

docentes y profesionales con experiencia en logística y metodología de la investigación, quienes revisaron su coherencia, pertinencia y claridad.

La muestra incluyó a 20 conductores de distribución y 6 integrantes del equipo administrativo, quienes proporcionaron información clave sobre el diseño de rutas, asignación de recursos y programación de horarios. Los hallazgos revelaron debilidades estructurales en el proceso logístico, tales como jornadas laborales excesivas, falta de rotación de rutas, sobrecarga en ciertas unidades vehiculares y limitada aplicación de herramientas tecnológicas para la planificación.

Fase 2. Evaluación de la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis.

La evaluación se realizó mediante el análisis de indicadores clave (KPIs), tales como el tiempo de entrega, capacidad de ejecución, disponibilidad de flota y rechazos de clientes (OTIF). Se utilizaron fichas de información y observación para comparar el tiempo planificado versus ejecutado, el volumen de cajas entregadas por unidad y el número de clientes atendidos.

Los resultados evidenciaron que varias unidades superaban regularmente jornadas de 12 horas, especialmente entre lunes y miércoles, con sobrecarga significativa de cajas y clientes por camión.

Fase 3. Diseño de un plan de mejora en la gestión del transporte de productos moderados que permita la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis.

Con base en los resultados de las fases anteriores, se diseñó un plan de mejora enfocado en la optimización de rutas de distribución. Se aplicó el modelo del Problema de Ruteo de Vehículos (VRP) utilizando herramientas tecnológicas como Python, OR-Tools (Google), Open Street Map Routing Machine (OSRM) y Folium para visualización cartográfica. Estas herramientas permitieron generar rutas eficientes considerando coordenadas reales, volúmenes de carga, número de clientes y tiempos estimados por parada.

Como resultado, se rediseñaron rutas específicas para los días lunes, martes, miércoles y jueves, priorizando el equilibrio de carga entre unidades y la reducción de jornadas excesivas. Se mantuvieron sin cambios las rutas que ya operaban de manera eficiente.

Consideraciones bioéticas.

La investigación se realizó respetando los principios éticos fundamentales, garantizando el consentimiento informado, la confidencialidad de los datos y el respeto a la integridad de los participantes. Todos los involucrados fueron informados sobre los objetivos del estudio y su participación fue voluntaria. La información recolectada fue utilizada

exclusivamente con fines académicos y se protegió la identidad de los participantes. Además, se aseguró un uso responsable de las herramientas tecnológicas sin vulnerar derechos ni generar riesgos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

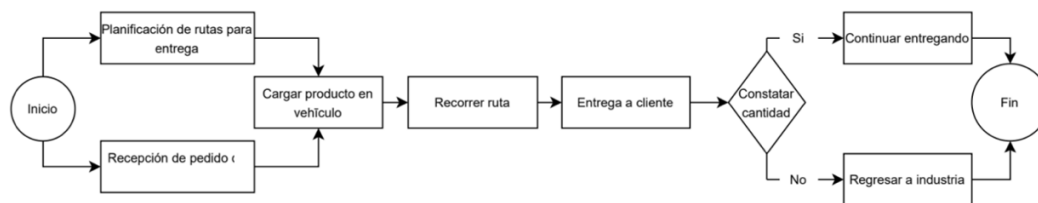
4.1 Diagnóstico de la gestión del transporte de productos moderados de la empresa Transaliatis.

4.1.1 Procedimiento logístico

Transaliatis se encarga de la distribución de múltiples productos en Chone para satisfacer la demanda en puntos de venta minorista, como tiendas, supermercados y restaurantes. El proceso de distribución se ilustra en la Figura 1:

Figura 3

Flujograma de distribución de productos



Nota. Datos obtenidos de por parte de la base de información de rutas de Transaliatis. Elaborado por autora.

El proceso de distribución inicia con la recepción del pedido y la planificación de rutas para la entrega, posteriormente, los productos son cargados en el vehículo y la ruta es recorrida hasta la entrega al cliente. En este punto, se realiza una constatación de la cantidad entregada. Si las cantidades coinciden con el pedido, se continúa con las siguientes entregas. En caso contrario, el proceso contempla el regreso del producto a la industria.

4.1.2 Análisis de entrevista para el análisis del proceso de diseño de rutas, la asignación de recursos, y la programación de horarios.

Este levantamiento de información fue hecho con el objetivo de entender mejor los aspectos prácticos como el diseño de rutas, la distribución de recursos y la

planificación de horarios. Por reglas de confidencialidad, los participantes han sido identificados como E1 a E6, aunque se menciona el departamento a que pertenecen. En la Tabla 3 se muestran las ideas de los 6 entrevistados:

Tabla 3

Resumen de hallazgos obtenidos de entrevista realizada a personal administrativo

Entrevistado	Departamento	Perfil profesional	Diseño de Rutas	Asignación de Recursos	Programación de horarios
E1	Logística	Técnico con más de 5 años en la planificación operativa y seguimiento de rutas diarias.	"Las rutas se planifican de acuerdo con zonas comerciales, pero no siempre se considera el volumen total, eso a veces genera desequilibrio entre camiones."	"El número de camiones es limitado y no siempre podemos distribuir la carga equitativamente. A veces se repiten los mismos vehículos por eficiencia comprobada."	"El horario se ajusta en función del volumen diario, pero sí hemos tenido jornadas que superan las 12 horas. Estamos conscientes de la carga sobre algunos conductores."
E2	Planificación	Analista encargado de la coordinación de entregas y priorización de pedidos, con experiencia en Excel y bases de datos.	"Contamos con una base de datos de clientes por zonas, pero no aplicamos una herramienta tecnológica para simular recorridos. Hay mucho ajuste manual aún."	"Los recursos se asignan según experiencia del conductor con ciertas rutas. Pero no se revisa constantemente si hay saturación de trabajo."	"Sí hemos detectado horarios extensos, sobre todo cuando hay muchas facturas y recargues. Es difícil evitarlo porque los pedidos se priorizan por urgencia."
E3	Recursos Humanos	Responsable de clima laboral y condiciones contractuales, con foco en bienestar operativo.	"Hemos hecho observaciones para mejorar la rotación de rutas, pero todavía no se ha implementado un rediseño formal. Es un punto pendiente."	"No todos los camiones tienen doble conductor y eso representa un problema para jornadas extensas. Hemos propuesto incluir asistentes logísticos."	"Las jornadas son largas en algunos días clave de la semana. Los trabajadores han manifestado cansancio, y eso es un tema que requiere ajustes pronto."
E4	Coordinación Operativa	Supervisor de campo con amplia experiencia en monitoreo en tiempo real de entregas y supervisión de flota.	"Las rutas tienen lógica por ubicación, pero no por cantidad de entregas. Hay camiones que salen con más de 40 clientes y otros con	"Hay preferencia por usar ciertos camiones porque tienen mayor capacidad, pero eso hace que se recarguen siempre los mismos."	"Los conductores suelen iniciar muy temprano y regresar tarde. No hay pausas establecidas. Eso está afectando la

			mucho menos."		salud de algunos operadores."
E5	Logística	Operador senior de distribución, encargado del control de tiempos y salidas de bodega.	"La falta de software de ruteo nos obliga a hacer ajustes manuales que no siempre optimizan la distancia ni el tiempo."	"Se aprovechan los camiones de mayor capacidad, pero sin analizar si es necesario. Esto hace que se recargue el mismo personal constantemente."	"Algunos camiones han tenido jornadas de hasta 15 horas. Esto debería ser motivo para replantear la planificación semanal."
E6	Planificación	Especialista en análisis logístico, con formación en gestión de operaciones y proyectos de mejora.	"Es urgente incorporar tecnología que nos permita simular escenarios logísticos. Las decisiones actuales no siempre reflejan eficiencia en tiempo y carga."	"Hay falta de balance en los recursos. Varios conductores repiten rutas con alta demanda mientras otros tienen recorridos más ligeros."	"El horario es uno de los puntos más críticos. Se cumple el objetivo de entrega, pero a costa del bienestar del conductor. Esto genera riesgos innecesarios para todos."

Nota. Datos obtenidos mediante la aplicación de entrevistas a 6 participantes. Elaborado por autora.

Los testimonios recabados muestran un alto grado de coincidencia entre los entrevistados respecto a las debilidades y oportunidades de mejora en la gestión del transporte. En cuanto al diseño de rutas, todos los entrevistados reconocen que actualmente se basa únicamente en criterios geográficos (zonificación comercial), sin considerar con suficiente profundidad el volumen de entregas, la cantidad de clientes o la carga en cajas y hectolitros. Se señala como una limitante crítica la falta de herramientas tecnológicas como software de ruteo y simuladores logísticos, lo que obliga a realizar una planificación manual que, en la práctica, se ha vuelto repetitiva y desequilibrada.

En relación con la asignación de recursos, los hallazgos confirman lo evidenciado en el análisis operativo: las unidades con mayor capacidad son asignadas con mayor frecuencia a rutas extensas, lo cual termina sobreutilizando a ciertos conductores y vehículos. La gran parte de los que fueron entrevistados dicen que no hay una revisión constante de carga equilibrada, ni han hecho pasos para corregir esto, aunque saben los fuertes esfuerzos a que están enfrentando varios trabajadores. Además todos establecen que la falta de un conductor suplente en la mayoría de rutas es una falla de operación y un peligro a la seguridad del personal, especialmente en días largos.

En cuanto a la programación de horarios, el consenso fue unánime: las jornadas de trabajo exceden las 12 horas con regularidad, alcanzando incluso las 15 horas en algunos días, especialmente de martes a jueves. Los empleados administrativos muestran preocupación por la acumulación de cansancio, el daño físico de los conductores y la falta de pausas correctas. Estos elementos están causando problemas entre el personal y peligros verdaderos de accidentes. A pesar de eso, se sigue poniendo más atención en finalizar entregas sin fijarse en las condiciones de trabajo, lo cual puede tener efectos negativos a corto plazo, tanto en la salud del equipo como la satisfacción del cliente.

4.1.3 Vehículos

La Tabla 4 presenta un resumen de nueve vehículos pertenecientes a la empresa Transaliatis, todos de la marca Chevrolet FVR y del tipo modelado. Estos vehículos están destinados al transporte tipo "Quilla" y se encuentran en su mayoría operativos, ubicados en el Centro de Distribución de Chone, excepto uno que está en el taller. Cada unidad varía ligeramente en su capacidad de carga, tanto en pallets como en número de cajas, capas de carga (layers), hectolitros y kilos, destacándose el camión con placa RCG0938 por ser el de mayor capacidad con 1008 cajas, 72,58 hectolitros y 14.769 kg.

Este registro permite evidenciar una flota estandarizada y funcional, adecuada para la logística de distribución de productos, probablemente líquidos o embotellados, dada la referencia a hectolitros. La uniformidad en la marca y tipo de los vehículos facilita su mantenimiento, mientras que la información detallada de capacidad por unidad apoya una planificación eficiente en la asignación de rutas y cargas.

Tabla 4

Detalle de vehículos utilizados por la empresa para la ejecución de entregas

Ítem	Placa	Marca	Tipo	Dueño	Statu s	Posi ción	Capa cidad de Pallet s	La yer	Capa cidad en Cajas	Capa cidad en Hecto litros	Kil os	Tipo
1	RBA 2746	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd chon e	10	6	720	51,8	10. 538	QUI LLA
2	GSD 7982	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd chon e	10	6	720	51,8	10. 538	QUI LLA
3	RCG 0938	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd chon e	12	7	1008	72,58	14. 769	QUI LLA

4	GRW 6942	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd chon e	10	7	840	60,43	11. 780	QUI LLA
5	RBA 2734	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd Cho ne	10	7	840	60,43	11. 780	QUI LLA
6	GSS7 860	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd Cho ne	10	6	720	51,8	10. 538	QUI LLA
7	MBF 8980	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Tall er	10	6	720	51,8	10. 538	QUI LLA
8	MBF 8981	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd Cho ne	10	6	720	51,8	10. 538	QUI LLA
9	BGB 0109	Chev rolet fvr	Mod elado	Rinoc eronte	Oper ativo	Cd Cho ne	10	7	840	60,43	11. 780	QUI LLA

Nota. Datos obtenidos mediante revisión de documentos de la empresa relacionados con capacidad de flota. Elaborado por autora.

4.1.4 Costos

Tabla 5

Presupuesto anual

Servicios	COSTO
Cambio de Aceite	\$ 850,00
Cambio de filtro de Aceite	\$ 350,00
Cambio de escobillas de parabrisas	\$ 220,00
Cambio de filtros de aire	\$ 550,00
Revisión de neumáticos y alineación	\$ 350,00
cambio de neumáticos	\$ 2.500,00
Ajuste de dirección	\$ 3.400,00
Imprevistos	\$ 750,00
limpieza y mantenimiento de señaléticas	\$ 300,00
Total por vehículo	\$ 9270,00

Nota. Datos obtenidos mediante revisión de documentos de la empresa relacionados con capacidad de flota. Elaborado por autora.

Según el registro documental la ejecución presupuestaria de la flota se ha dado acorde lo planificado, llegando a una ejecución del 75% al término del tercer trimestre del año que es el periodo en el cual se basan los resultados presentados en la investigación, según las entrevistas realizadas al personal, las charlas previas a la jornada laboral que aborda temas relacionados a las buenas prácticas de conducción permiten la mitigación de incidentes que aceleren el deterioro de los vehículos.

4.2 Evaluación de la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis

4.2.1 Planificación de ruta actual de entrega de productos

4.2.1.1. Planificación del día lunes

El lunes se realizaron un total de 8 viajes, de los cuales 2 correspondieron a recargues. La flota atendió a 165 clientes y entregó 3.150 cajas, con una ocupación de camión del 56,2% y un drop size promedio de 12,4 cajas por cliente.

Tabla 6

Planificación logística del día lunes – Distribución de viajes, clientes y carga

Informe general		Informe efectividad	
Iros viajes	6	Cientes por camión	21
Recargues	2	Facturas por camión	25
Total viajes	8	Hls per shipment	28.54
Total clientes	165	% Ocupación camión	56.2%
Total cajas	3150	Drop Size	12.4
Total Paletas	171.24	Cajas por camión	394
Total Facturas	198	% Trucks con Recargues	33.3%

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis. (día lunes). Elaborado por autora.

Tabla 7

Detalle por unidad operativa – Lunes

Placa	Viaje	Nombre conductor	Cientes.	Cajas entrega	Hls
ERBA2746	1	Zambrano Zambrano	40	584	28.31
ERBA2734	1	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	24	505	19.45
EMBF8981	1	Quiroz Quimis	1	180	10.76
EMBF8981	2	Quiroz Quimis	1	0	0.00
EMBF8981	3	Quiroz Quimis	1	0	0.00
EGSS7860	1	Vera Castillo	30	400	25.09
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre	37	509	22.80
EBGB0109	1	Mejia Jama	2	619	46.32
Total general			136	2797	152.73

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis. (día lunes). Elaborado por autora.

Las unidades marcadas en rojo —ERBA2746, ERBA2734 y EGSD7982— presentan jornadas que superan las 12 horas de trabajo, debido al alto número de clientes, volumen de cajas y hectolitros entregados. ERBA2746, operada por Zambrano Zambrano, entregó 584 cajas a 40 clientes con 28.31 Hls, lo cual se traduce en aproximadamente 13,5 a 14 horas de jornada, considerando tiempos de carga, descarga, desplazamiento y atención por cliente. ERBA2734, con 24 clientes y 505 cajas, mantuvo

una jornada estimada de 13 horas, mientras que EGSD7982 alcanzó a atender 37 clientes con 509 cajas, lo que representa 13,5 horas aproximadas.

4.2.1.2. Planificación del día martes.

Durante el martes, se mantuvo el mismo número de viajes (8), pero solo un recargue. Se incrementó la carga a 3.605 cajas y 158 clientes. La ocupación del camión fue del 57,9%, y el número de facturas por camión alcanzó las 24.

Tabla 8

Planificación logística del día martes – Distribución de viajes, clientes y carga

Informe general		Informe efectividad	
1ros viajes	7	Clientes por camión	20
Recargues	1	Facturas por camión	24
Total viajes	8	Hls per shipment	29.29
Total clientes	158	% Ocupación camión	57.9%
Total cajas	3605	Drop Size	13.4
Total Paletas	175.75	Cajas por camión	451
Total Facturas	188	% Trucks con Recargues	14.3%

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis. (día martes). Elaborado por autora.

Tabla 9

Detalle por unidad operativa – Martes

Placa	Viaje	Nombre conductor	Clientes	# Facturas	Cajas entrega	Hls
ERBA2746	1	Zambrano Zambrano RUIZ VELEZ LUIS	22	41	556	27.2
ERBA2734	1	EDUARDO	35	42	970	48.27
EMBF8981	1	Quiroz Quimis	1	0	0	0.00
EMBF8980	1	Romero Medina	1	1	105	5.24
EMBF8980	2	Romero Medina	1	0	0	0.00
EGSS7860	1	Vera Castillo	41	51	678	29.41
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre	27	32	535	21.08
EBGB0109	1	Mejia Jama	18	21	548	32.24
Total general			146	188	3392	163.4

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis. (día martes). Elaborado por autora.

Las unidades ERBA2746, ERBA2734 y EGSD7982 nuevamente destacan en rojo, registrando cargas operativas elevadas. ERBA2734 muestra una situación crítica: 35 clientes, 970 cajas y 48.27 Hls, con un tiempo estimado de 14,5 a 15 horas de trabajo, sin asistencia de un segundo conductor. EGSD7982, con 27 clientes y 535 cajas, se encuentra dentro del rango de 13,5 horas, mientras que ERBA2746, pese a una leve

disminución en clientes (22), manejó 556 cajas y 41 facturas, superando también las 13 horas de jornada. Estas cifras reflejan una falta de rotación efectiva y una mala distribución de clientes en la planificación, ya que repetir esta carga en días consecutivos no solo eleva el riesgo de errores y accidentes, sino que puede provocar ausentismo por fatiga acumulada. Las unidades en rojo deben ser redistribuidas en el rediseño de rutas.

4.2.1.3. Planificación del día miércoles

El miércoles se redujo el número total de viajes a 5, sin recargues, lo que mejora el equilibrio operativo. Sin embargo, el volumen de trabajo aumentó: se entregaron 3.808 cajas a 175 clientes, con una ocupación de camión del 70,1%.

Tabla 10

Planificación logística del día miércoles – Distribución de viajes, clientes y carga

Informe general		Informe efectividad	
1ros viajes	5	Clientes por camión	35
Recargues	0	Facturas por camión	42
Total viajes	5	Hls per shipment	36.34
Total clientes	175	% Ocupación camión	70.1%
Total cajas	3808	Drop Size	12.2
Total Paletas	181.72	Cajas por camión	762
Total Facturas	212	% Trucks con Recargues	0.0%

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis. (día miércoles). Elaborado por autora.

Tabla 11

Detalle por unidad operativa – Miércoles

Placa	Viaje	Nombre conductor	Cientes.	Cjs entrega.	Hls
ERCG0938	1	Moreira Mieles, Alfredo Jose	24	1121	47.86
ERBA2734	1	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	35	679	32.15
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre, Angel Aquiles	33	626	32.81
EBGB0109	1	Mejia Jama, Carlos Julio	41	710	36.05
Total general			133	3136	148.87

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis (día miércoles). Elaborado por autora.

A pesar de esta mejora aparente, cuatro unidades se destacaron en rojo por seguir manteniendo una jornada superior a las 12 horas. ERCG0938 entregó 1.121 cajas en un solo viaje con 47.86 Hls a 24 clientes, lo que representa una carga altísima que supera las 15 horas. ERBA2734, por tercer día consecutivo, aparece con 35 clientes y 679 cajas, con jornada estimada de 13,5 horas. EGSD7982, con 33 clientes y 626 cajas, acumuló una jornada de 13,5 horas, y EBGB0109 —pese a no estar en rojo todos los días— entregó 710 cajas a 41 clientes, con una jornada también cercana a las 14 horas. Este día

confirma que el problema no es solo el número de viajes, sino la mala distribución de clientes y volumen en las unidades.

4.2.1.4. Planificación del día jueves

El jueves representa el pico operativo de la semana, con 9 viajes y 2 recargues, atendiendo a 194 clientes y entregando 6.142 cajas, el doble que el lunes. La ocupación de camiones fue de 87,8%, lo que, aunque eficiente en uso de espacio, no lo es en términos de salud laboral.

Tabla 12

Planificación logística del día jueves – Distribución de viajes, clientes y carga

Informe general		Informe efectividad	
1ros viajes	7	Clientes por camión	22
Recargues	2	Facturas por camión	29
Total viajes	9	Hls per shipment	44.93
Total clientes	194	% Ocupación camión	87.8%
Total cajas	6142	Drop Size	19.4
Total Paletas	359.43	Cajas por camión	682
Total Facturas	264	% Trucks con Recargues	28.6%

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis. (día jueves). Elaborado por autora.

Tabla 13

Detalle por unidad operativa – Jueves

Placa	Viaje	Nombre conductor	Clientes.	Cjs entrega.	Hls
ERCG0938	1	Moreira Mieles	1	1008	70.76
ERBA2746	1	Zambrano Zambrano	49	813	40.46
ERBA2734	1	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	26	529	31.11
EMBF8981	1	Quiroz Quimis	39	704	28.39
EMBF8980	1	Romero Medina	1	720	50.46
EMBF8980	2	Romero Medina	2	678	49.14
EMBF8980	3	Romero Medina	1	0	0.00
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre	33	838	47.43
Total general			194	6142	359.43

Nota. Datos operativos registrados por Transaliatis. (día jueves). Elaborado por autora.

Las unidades en rojo — ERBA2746, ERBA2734, EMBF8981 y EGSD7982— sostuvieron una carga que supera ampliamente las 12 horas de trabajo. ERCG0938, con 1.008 cajas y 70.76 Hls, realizó una jornada estimada de 15,5 a 16 horas, mientras que ERBA2746, con 49 clientes y 813 cajas, acumuló al menos 15 horas. ERBA2734, nuevamente involucrada, sumó 26 clientes y 529 cajas en un viaje de 13,5 horas, lo que

significa que trabajó en exceso durante los cuatro días. EGSD7982, con 838 cajas y 47.43 Hls, también superó las 14 horas. Finalmente, EMBF8981, con 39 clientes y 704 cajas, se estima que estuvo operativa por al menos 13 horas. La recurrencia de estas unidades en los cuatro días evidencia no solo una sobrecarga, sino también un fallo grave en la rotación, planificación y equilibrio de rutas. Su inclusión en el rediseño es obligatoria.

4.2.2 *Tiempos de alcanzados*

Con base en los hallazgos obtenidos durante la semana de trabajo, se evidencia que una parte significativa de la flota operativa supera jornadas laborales de más de 12 horas diarias. Las unidades identificadas en rojo —como ERBA2746, ERBA2734, EGSD7982, ERCA0938, EMBF8981 y otras— sostienen cargas de trabajo intensas, con altos volúmenes de entrega y atención a numerosos clientes, sin el apoyo de un segundo conductor. Este exceso de horas, que en algunos casos llega hasta 16 horas seguidas, pone en peligro la salud de los trabajadores, incrementa el riesgo de accidentes y muestra problemas en la planificación actual. En este caso, la distribución de rutas y clientes no es equitativa ni efectiva, lo que muestra la necesidad urgente de rediseñar el sistema de transporte.

Como resultado de este análisis, el número de camiones que trabajan más de 12 horas diarias creció del 64% al 75%, mientras que la cantidad de veces que hacen esto pasó del 62% al 69%. Esto muestra que, aunque los camiones logran hacer las entregas, lo hacen a costa de sobrecargar al personal. En contraste, solo el 25% de la flota mantiene jornadas menores a las 12 horas, con una tasa de cumplimiento del 31%. Esta situación no solo afecta el bienestar de los conductores, sino también la sostenibilidad del servicio a largo plazo, por lo que estas cifras respaldan firmemente la implementación de un nuevo diseño de rutas que distribuya equitativamente las cargas y optimice los tiempos de trabajo dentro de límites saludables y legales.

Tabla 14

Matriz de análisis de ejecución del tiempo planificado

T. Planificado	Flota	Ejecución del tiempo planificado
> 12 horas	75%	69%
< 12 horas	25%	31%

Nota. Elaboración propia con base en registros operativos de lunes a jueves.

4.2.3 *Análisis de ficha de observación para evaluación de eficiencia*

- **Unidad observada:** Flota operativa de camiones asignados a la distribución semanal (lunes a jueves)
- **Fecha de observación:** Semana operativa analizada (lunes a jueves)
- **Objetivo de la observación:** Identificar niveles de eficiencia logística, tiempos reales de trabajo, distribución de carga entre unidades, y su impacto en la salud y desempeño del personal operativo (conductores).
- **Fuentes de verificación:** Informes diarios de ruta, planillas de carga y entrega, reportes de facturación, registros de HIs y cajas, entrevistas operativas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la ficha de observación realizada:

Tabla 15

Resultados de la ficha de observación para la evaluación de eficiencia operativa (dimensiones y categorías)

Dimensión	Categoría	Observaciones técnicas
Distribución de carga	Concentración operativa	<ul style="list-style-type: none"> • Se detecta una concentración excesiva en 6 unidades que realizan más del 70% de las entregas.
	Equidad de rutas	<ul style="list-style-type: none"> • No se observa rotación equitativa de rutas ni alternancia entre vehículos. • Las mismas placas fueron asignadas repetitivamente durante la semana.
	Densidad de clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Rutas con más de 40-50 clientes en un solo viaje, lo que aumenta el tiempo en terreno y la fatiga del conductor.
Tiempos de trabajo	Jornada diaria	<ul style="list-style-type: none"> • El 75% de la flota excede las 12 horas de trabajo por jornada. • Los valores estimados oscilan entre 13 y 16 horas diarias, lo cual vulnera normativas laborales.
	Recurrencia semanal	<ul style="list-style-type: none"> • Las mismas unidades acumulan jornadas prolongadas en días consecutivos, sin evidencia de rotación o pausas estratégicas.
	Ausencia de turnos dobles	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna de las unidades identificadas operó con doble conductor, lo que agrava la sobreexposición al riesgo físico y mental.
Ejecución vs planificación	Cumplimiento de entregas	<ul style="list-style-type: none"> • A pesar de lograr un 69% de cumplimiento en rutas >12h, este resultado está condicionado por la sobrecarga de los operadores y jornadas prolongadas.
	Ineficiencia estructural	<ul style="list-style-type: none"> • El cumplimiento se da en condiciones que no son sostenibles a largo plazo. • La eficiencia logística aparente no compensa el deterioro humano que implica.
Condiciones laborales	Riesgo físico y mental	<ul style="list-style-type: none"> • Conductores expuestos a fatiga crónica, microdormidas, dolores osteomusculares y disminución de reflejos. • Alto riesgo de accidentes por cansancio acumulado.

	Desprotección del personal	<ul style="list-style-type: none"> • No se evidencian estrategias de prevención de lesiones, ni evaluaciones médicas periódicas. • Ausencia de pausas programadas o mecanismos de autorregulación.
--	----------------------------	--

Nota: Ficha de observación aplicada a la flota operativa de camiones asignados a la distribución semanal (lunes a jueves). Elaborado por autora.

Con base en los hallazgos se recomienda aplicar una redistribución equitativa de zonas de entrega, georreferenciar rutas, y reducir el número de clientes por unidad en cada viaje. Además de incorporar un doble conductor en rutas críticas, establecer pausas obligatorias y evaluar constantemente el estado físico y emocional del personal conductor.

4.2.4 *Análisis de riesgo laboral y probabilidad accidentabilidad*

Se utilizó una combinación de la metodología de riesgo operativo en logística con la matriz de evaluación de riesgos basada en el estándar ISO 31000 y la guía de Evaluación Cuantitativa de Riesgo Ocupacional (E-CRO). Se definieron las siguientes variables:

Tabla 16

Calificación de probabilidad e impacto

Probabilidad:	Impacto:
1 Muy baja	1 Poco significativo
2 Baja	2 Moderado
3 Media	3 Importante
4 Alta	4 Grave
5 Muy alta	5 Crítico

Nota. Parámetros de evaluación para realizar una Evaluación Cuantitativa de Riesgo Ocupacional (E-CRO)

Se calcula el Nivel de Riesgo (NR) con la fórmula:

$$NR = P \times I$$

Y se clasifica según el resultado:

Tabla 17*Calificación de nivel de riesgo*

1–5	Bajo
6–10	Medio
11–15	Alto
16–25	Muy alto

Nota. Parámetros de evaluación para realizar una Evaluación Cuantitativa de Riesgo Ocupacional (E-CRO)

Se aplicó a 6 unidades identificadas en rojo que presentaron sobrecarga laboral en más del 75% de la semana. Además, se valoraron cuatro factores clave:

1. Horas trabajadas >12h
2. Cantidad de clientes atendidos
3. Ausencia de doble conductor
4. Carga física (número de cajas y Hls)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 18*Resultados de Matriz para Evaluación Cuantitativa de Riesgo Ocupacional*

Unidad (Placa)	Horas >12h	Clientes (>35)	Sin doblo conductor	Carga Física Alta	P	I	Índice de Riesgo (P x I)	Nivel de Riesgo
ERBA2746	Sí	Sí	Sí	Sí	5	5	25	Muy Alto
ERBA2734	Sí	Sí	Sí	Sí	5	4	20	Muy Alto
EGSD7982	Sí	Sí	Sí	Sí	5	4	20	Muy Alto
ERCG0938	Sí	Parcial	Sí	Sí	4	4	16	Alto
EMBF8981	Sí	Sí	Sí	Parcial	4	3	12	Medio
EBGB0109	Sí	Sí	Sí	Sí	5	4	20	Muy Alto

Nota: Resultados elaborados a partir de la observación directa realizada a la empresa y los parámetros de una Matriz para Evaluación Cuantitativa de Riesgo Ocupacional. Elaborado por autora.

El índice promedio de riesgo es de 19.16, lo que indica una situación crítica que requiere intervención inmediata, y refleja un nivel eficiencia deficiente en relación a una correcta gestión operativa de rutas enfocadas en la salud ocupacional del personal.

4.3 Plan de mejora en la gestión del transporte de productos moderados que permita la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis

Para el presente caso las rutas de entrega de un vehículo de reparto deben visitar múltiples paradas (clientes) desde y hasta un depósito central, mediante el VRP se busca minimizar la distancia recorrida y mejorando la eficiencia en el tiempo de entrega, esto es muy importante en la logística de distribuir cosas, donde mejorar las rutas puede reducir los costos de transporte y hacer mejor el servicio al cliente.

Asimismo, para una mejora visualización de la ruta a seguir se hizo un mapa específico para cada una de las rutas optimizadas (Anexo 1) con la con el fin de que sea una guía para los conductores y ayude a la tasa operativa de cada día. El mapa fue hecho con la herramienta OpenStreetMap a través del servicio de rutas Open Source Routing Machine (OSRM), lo cual permitió trazar las rutas óptimas calculadas en OR-Tools sobre una base cartográfica interactiva y precisa.

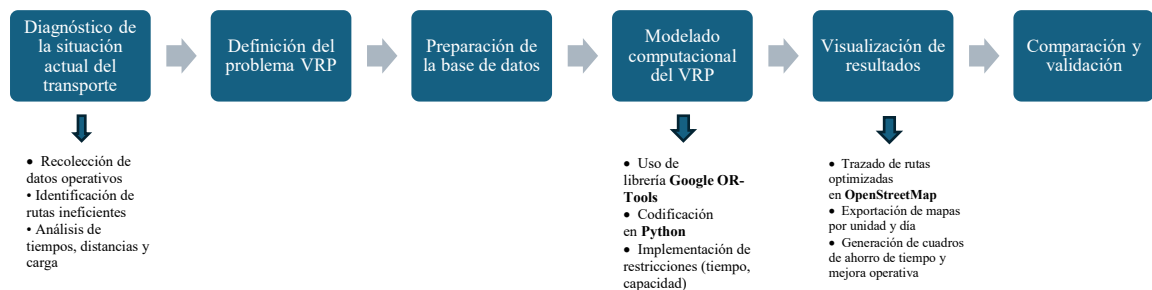
4.3.1 Detalle de ruta óptima

El objetivo de esta metodología es optimizar la ruta de entrega de un problema de ruteo de vehículos (VRP) para la distribución de la carga dentro de múltiples paradas. La metodología emplea herramientas como Python y herramientas de visualización para la representación geográfica de las rutas.

El proceso llevado a cabo para el desarrollo del modelo VRP se presenta en el siguiente esquema:

Figura 4

Proceso para desarrollo del modelo VRP



4.3.1.1. Análisis de mejoras por unidad operativa del día lunes

Se reorganizaron las rutas mediante la redistribución de cargas y puntos de entrega mejor organizados, además los 4 vehículos que presentaban una mayor jornada laboral limitaron los tiempos de trabajo. Todas las rutas quedaron por debajo de las 7 horas, sin recargues, y la atención total fue de 267 clientes, 4.791 cajas y 23 horas 48 minutos juntas. Las unidades anteriormente críticas mejoraron su tiempo hasta en 8 horas ayudando a los choferes y haciendo mejor el uso general.

Tabla 19

Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas

Placa	Viaje	Nombre conductor	Clientes	Cajas entrega	Hls	Tiempo Total.
ERBA2746	1	Zambrano Zambrano	40	584	28.31	06:37
ERBA2734	1	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	24	505	19.45	06:51
EGSS7860	1	Vera Castillo	30	400	25.09	04:16
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre	37	509	22.80	06:04
Total general	4		267	4791	248.38	23:48:00

Nota. Elaboración propia a partir de la reorganización de rutas mediante modelo VRP (OR-Tools, OSRM, Folium).

- **EGSD7982**

La unidad EGSD7982, que en la planificación anterior tenía jornadas que superaban las 13 horas, ahora completa su recorrido en 6 horas y 4 minutos, visitando 37 clientes y entregando 509 cajas. La ruta fue diseñada considerando paradas secuenciales optimizadas, agrupando entregas cercanas y programando adecuadamente los tiempos de espera según la cantidad de cajas por cliente. Esto representa un ahorro estimado de 6 a 7 horas respecto a la media de operación anterior, que alcanzaba hasta 13 horas en jornadas similares.

A continuación, la Tabla 20 representa el itinerario secuencial de paradas que realiza un camión de reparto a lo largo de su ruta asignada, detallando las paradas que debe hacer desde y hacia el depósito, los nombres de los clientes, las horas de llegada y salida calculadas, la distancia entre cada punto, cuántas cajas se entregan y cuánto tiempo se espera en cada parad.

Tabla 20*Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982*

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	8.71		
37	Tienda Y Novedades El Chinito	07:13	07:16	8.82	3	3
36	Tienda Jose Caicedo	07:29	07:32	0.52	4	3
35	Minitienda Doña Sara	07:33	07:36	0.56	2	3
34	Mini Tienda Maria Clara	07:36	07:43	0.34	7	7
33	Salon De Billas Macias	07:44	07:51	5.11	6	7
32	Tienda Katy	07:59	08:06	2.03	5	7
31	My Bella Flor	08:09	08:16	0.08	5	7
30	Tienda Rosa Cuzme	08:16	08:19	0.04	3	3
29	Tienda Una Luz	08:19	08:26	0.08	10	7
28	Tienda Marly	08:26	08:33	0.04	12	7
27	Tienda Gemita	08:33	08:40	0.44	14	10
26	Tienda Giasol	08:44	08:54	1.19	14	10
24	Tienda-Detsi Mendoza	08:55	09:02	0.13	10	7
25	Mini Tienda Jesús	09:03	09:10	1.15	12	7
23	Multipernos M Y M	09:11	09:14	0.17	4	3
21	Minimarket Añito	09:15	09:25	0.19	24	10
12	Tienda Del Sabor	09:25	09:32	0.12	12	7
11	Tienda-Vera Katherine	09:32	09:39	0.11	5	7
10	Minimarket Vikris Guadalupe	09:39	09:42	0.4	4	3
13	Atienda 2 Marias	09:43	09:50	0.29	5	7
20	Tienda Anahi	09:50	10:10	0.25	38	20
14	Tienda Junior Briones	10:11	10:31	0.18	29	20
15	La Aray	10:31	10:34	0.11	3	3
16	YAMARA MARKET	10:34	10:44	0.04	16	10
17	Frigo Market Gomecito	10:44	11:24	0.24	130	40
19	Tienda La Bodega Familiar	11:24	11:44	0.25	36	20
18	Frigo veritas	11:45	11:52	0.47	10	7

8	Despensa Evelyn	11:53	12:00	0.37	11	7
7	Mini Market Cedeo	12:00	12:07	0.37	6	7
5	Despensa Nino Fray	12:08	12:15	0.44	7	7
6	Tienda Basica Margarita	12:15	12:23	1.56	4	3
9	Hostal El Paraiso	12:21	12:25	0.83	3	3
22	Minitienda Jeniffer	12:25	12:33	1.58	3	3
4	La Familia Unida	12:30	12:40	0.33	17	10
2	Tienda Stefhania	12:41	12:51	0.03	25	10
3	Cancha Juanito sport	12:51	12:59	0.9	6	7
1	Licoreria Don Mellys	12:59	13:06	0.97	4	3
0	Depósito	13:04				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **EGSS7860**

En el caso de EGSS7860, el rediseño de ruta también fue efectivo. Se redujo su jornada total a 4 horas y 16 minutos, manteniendo la atención de 30 clientes con 400 cajas entregadas. La mejora se logró sobre todo por una secuencia más clara de las paradas y una repartición mejor del tiempo para descargar. En comparación con la planificación anterior, donde días parecidos duraban entre 10 y 11 horas, se ve una baja del 60% en tiempo de trabajo lo cual impacta positivamente en la disminución del estrés del físico y mente del conductor.

Tabla 21

Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSS7860

Para da	Nombre Cliente	Llega da	Salid a	Distancia (km)	Caj as	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	1.18		
30	La Tiendona	07:01	07:07	0.21	10	6
29	Tienda Aracely	07:08	07:14	1.55	5	6
27	Mini Tienda Don Leo	07:16	07:19	0.94	4	3
26	Tienda Compra Y Venta De Queso	07:20	07:26	0.58	8	6
20	Restarurante Gemita	07:27	07:33	0.1	7	6
21	Papelera El 100tifico	07:33	07:50	0.15	35	17

25	Freddy	07:51	07:54	0.45	3	3
22	Despensa Chispita	07:54	08:00	0.15	13	6
23	Licoreria La Avenida	08:00	08:06	0.25	12	6
24	Tienda Lourdes	08:07	08:24	0.5	39	17
4	Mini Deposito La Casa De Pilsener	08:25	08:42	0.61	45	17
7	Tienda Shayra	08:42	08:45	0.26	3	3
6	Mini Market Daylin	08:46	08:52	0.04	13	6
5	Despensa Rivas	08:52	08:58	0.27	6	6
8	TIENDA GAEL	08:58	09:04	0.28	6	6
9	Mini Despensa Frente Al Rio	09:05	09:15	0.09	21	10
11	Mini Tienda Brilly Y Marco	09:15	09:18	0.07	3	3
10	Tienda Mami Tere	09:18	09:21	0.03	2	3
12	Tienda Nachito	09:21	09:24	0.24	2	3
13	Despensa Dany	09:24	09:30	0.43	5	6
15	Bendicion De Dios	09:31	09:34	0.16	2	3
16	Club Naípe Jess	09:34	09:40	0.1	5	6
18	Comercial Ponce Alcivar	09:40	09:50	0.08	14	10
17	Mi Sastreria	09:51	10:16	0.4	65	25
14	Tienda Nino Juan Luis	10:16	10:26	0.52	15	10
19	Liquor La Taberna	10:27	10:33	1.53	13	6
28	Billar Lucas	10:35	10:45	1.09	15	10
3	Tienda Majito	10:47	10:57	0.18	20	10
2	Tienda Frellita	10:57	11:00	2.97	2	3
1	Tienda Je	11:05	11:10	3.46	7	6
0	Depósito	11:16				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **ERBA2734**

La unidad ERBA2734, que anteriormente aparecía como una de las más sobrecargadas, ahora completa su recorrido en 6 horas y 51 minutos, atendiendo a 24 clientes con 505 cajas. Si bien la cantidad de carga sigue siendo considerable, el nuevo

diseño de ruta elimina recargas innecesarias y evita desplazamientos redundantes. Se estima un ahorro de al menos 5 horas en comparación con su jornada promedio anterior, lo que reduce significativamente el índice de riesgo laboral previamente identificado para esta unidad.

Tabla 22

Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2734

Parada	Nombre Cliente	Llega da	Salid a	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	1.01		
1	Tienda Flor Maria	07:01	07:08	22.08	5	7
9	Almacen Junical Calceta	07:41	07:44	0.15	3	3
8	Comercial Loor	07:44	07:47	0.31	2	3
10	Dbain	07:48	08:08	0.25	40	20
12	Bar Heladeria Choco Chips	08:08	08:15	0.27	6	7
13	Comercial Zamora	08:16	08:56	0.17	180	40
15	Comercial Colorado	08:56	09:06	15.48	15	10
16	Tienda Zambrano	09:29	09:32	4.04	4	3
14	Tienda-Otto Murillo	09:38	09:58	12.07	41	20
17	Bar Tequila	10:16	10:19	10.93	4	3
2	Panaderia Y Tienda El Redondel	10:36	10:39	5.25	2	3
3	Ramada Maria Cristina	10:47	11:07	3.03	28	20
21	Tienda Maria Belen	11:11	11:31	3.56	29	20
23	Divino Nino	11:36	11:43	3.16	8	7
22	Mini Market Meza	11:48	11:58	0.9	20	10
20	Cancha Hermanos Delgado	11:59	12:02	0.71	4	3
19	Sofia	12:04	12:14	1.78	17	10
18	Las Canchitas del cacao	12:16	12:23	1.5	7	7
11	Menudos House	12:25	12:45	1.85	32	20
4	Tienda Israel	12:48	12:55	0.93	10	7
5	Tienda Zamalav	12:57	13:07	0.73	22	10
6	Tienda Lucrecia	13:08	13:11	1.09	4	3
7	la Esquina de Tilico	13:12	13:19	21.13	10	7

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

• **ERBA2746**

Finalmente, la unidad ERBA2746, que figuraba entre las más exigidas en días anteriores, logró una mejora destacada con una jornada de solo 6 horas y 37 minutos, atendiendo a 40 clientes y entregando 584 cajas. A pesar del alto número de paradas, la reducción del tiempo fue posible gracias a un agrupamiento geográfico eficiente y al control preciso de los tiempos de espera. En el contexto anterior, esta ruta se prolongaba hasta 14 o 15 horas; por lo tanto, la optimización representa una reducción de alrededor del 55% del tiempo de trabajo.

Tabla 23

Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2746

Parada	Nombre Cliente	Llega da	Sali da	Distancia (km)	Caj as	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	1.43		
29	Tienda Virgen De Guadalupe	07:02	07:09	2.36	8	7
6	Peluqueria Miss Cleiro	07:12	07:19	0.07	9	7
5	Carretas Del Tio	07:19	07:22	0.25	3	3
15	SORTI	07:23	07:30	0.05	8	7
14	Picanteria El Pulpo	07:30	07:40	0.29	15	10
9	Comercial Zambrano	07:40	08:05	0.38	66	25
12	Maru_ventas	08:06	08:09	0.72	3	3
20	Cecimar	08:10	08:13	0.24	4	3
17	Scotch Licoreria	08:13	08:16	0	1	3
16	Scotch Licoreria	08:16	08:36	0.58	40	20
1	Glamur Papeleria	08:37	08:44	0.14	5	7
2	Tienda De Abarotes Juanito	08:44	08:54	0.37	17	10
3	Mister GYM	08:55	08:58	0.22	1	3
4	Chavos GYM	08:58	09:05	0.23	8	7
18	ARCADE RETRO GAMES	09:06	09:13	0	5	7
19	tienda lian	09:13	09:20	0.6	5	7

22	Tienda Xj	09:20	09:27	0.27	8	7
21	Mini Tienda 3 Hermanos	09:28	09:31	0.25	3	3
23	Despenza Maria Jose	09:31	09:34	0.07	2	3
24	Billar Lucas	09:34	09:40	0.26	37	20
25	Tapiceria de motos	09:55	09:58	6.31	3	3
7	Comercial Coppiano	10:07	10:14	0.02	23	10
40	Comercial Romaxi	10:17	10:24	0.13	42	20
39	Dulce Capricho	10:37	10:44	0.02	15	10
38	San Miguel	10:47	11:04	3.53	100	40
37	Comercial Divino Nino	11:33	11:40	0.05	7	7
36	Restaurante La Madrina	11:40	11:43	1.17	2	3
35	Santander Bazurto, Tanhia	11:45	12:00	0.78	28	20
34	Janey IvaleX	12:06	12:13	0.28	8	7
33	Bar Liquor Beer	12:13	12:20	0.31	21	10
32	Tienda Don Pedro	12:24	12:31	0.34	5	7
31	Market Gaso Carlos Aray	12:31	12:42	0.61	16	10
30	La Casita Del Licor	12:42	12:49	0.5	7	7
26	Loor Giler, Diolanda	12:50	12:53	0.7	2	3
27	Areopaguia Navi	12:54	13:05	0.14	11	7
28	Mis Sietes Piojitos	13:01	13:04	0.68	2	3
13	Tienda Don Bolo	13:05	13:12	0.21	5	7
11	Mini Despensa Mini	13:12	13:19	0.31	13	7
8	Ferreteria Panaderia La Estrella	13:20	13:23	0.02	3	3
10	Comercial Mi Tienda	13:23	13:30	2.79	23	10
0	Depósito	13:37				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

4.3.1.2. Análisis de mejoras por unidad operativa del día martes

Anteriormente, el vehículo de placa ERBA2734 figuró como la más crítica: 35 clientes, 970 cajas y 48.27 Hls, con una jornada de hasta 15 horas. Le siguieron ERBA2746 y EGSD7982 con jornadas cercanas a las 13,5 horas. La falta de redistribución entre unidades, junto con la repetición de estas cargas en días consecutivos,

generaba fatiga acumulada. EGSD7982, que antes superaba las 13 horas, bajó a poco más de 6 horas. ERBA2746, que trabajaba hasta 14 horas, ahora concluyó en 9h20 (aunque todavía algo exigente, es mucho más saludable).

Tabla 24

Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas

Placa	Viaje	Nombre conductor	Clients	# Facturas	Cajas entrega	Hls	Tiempo Total.
ERBA2746	1	Zambrano Zambrano	21	41	551	27	09:20
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre	28	32	540	21	06:36
EBGB0109	1	Mejía Jama	18	21	548	32	05:19
Total general			67	94	1639	80.5 2	28:41:00

Nota. Elaboración propia a partir de la reorganización de rutas mediante modelo VRP (OR-Tools, OSRM, Folium).

- **EBGB0109**

La unidad EBGB0109, operada por Mejía Jama, logró completar su ruta en solo 5 horas y 19 minutos, atendiendo 18 clientes y entregando 548 cajas. La ruta fue optimizada de tal forma que los primeros dos puntos, con volúmenes altos (hasta 200 cajas), fueron secuenciados estratégicamente para reducir el impacto en la segunda mitad del trayecto. En jornadas anteriores, esta unidad superaba fácilmente las 12 horas, por lo que el rediseño representa un ahorro estimado de 6 a 7 horas diarias, lo que disminuye notablemente los niveles de fatiga y exposición a accidentes.

Tabla 25

Itinerario secuencial optimizado de la unidad EBGB0109

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	3.43		
7	Tienda Viejo Tiempo	07:05	07:45	0.71	200	40
5	Tienda Anahi	07:46	07:56	12.86	21	10
13	Licorería Monkey	08:15	08:22	0.09	5	7
12	Panadería Edison	08:22	08:25	3.12	2	3
17	Billar de Mendoza	08:30	08:37	9.03	7	7
18	Forbetspam	08:50	09:10	5.47	26	20
3	Tienda 3 Hnas	09:19	09:26	0.83	5	7
2	Mini Markey Todo Aki	09:27	09:37	0.09	23	10

1	Tienda De Abastos El Kapito	09:37	09:40	0.88	3	3
4	comercial Licorería El Éxito	09:41	10:01	0.5	50	20
6	Mi Bodeguita	10:02	10:05	3.35	4	3
8	Billar Matias	10:10	10:13	1.44	4	3
9	Mocoral 2	10:15	10:20	3.5	23	10
11	Comercial Dueñas	10:30	10:50	0.09	34	20
10	Tienda Jai _ Fer	10:51	10:58	0.39	10	7
16	Deposito Fernando	10:58	11:38	0.49	100	40
14	La Taberna Del Licor	11:39	11:49	0.26	22	10
15	Sindicato De Choferes	11:49	11:56	14.81	9	7
0	Depósito	12:19				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **EGSD7982**

Por su parte, EGSD7982, a cargo de Zambrano Aguirre, realizó 28 entregas en 6 horas y 36 minutos, con un volumen de 540 cajas. A pesar del alto número de paradas, la secuencia calculada por el modelo permitió que los puntos con mayores tiempos de espera (hasta 40 minutos en dos de ellos) fueran organizados en una franja horaria de menor tráfico y con tiempos de desplazamiento mínimos entre paradas. Esto representa una mejora importante respecto a las jornadas previas de esta unidad, que superaban las 13 horas, generando un ahorro estimado de más de 6 horas operativas.

Tabla 26

Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	7.33		
13	Mini Tienda Entrada La Papaya	07:11	07:18	6.37	12	7
12	Tienda San Carlos	07:27	07:37	3.23	15	10
11	Billar San Jose	07:42	07:49	2.31	7	7
10	Mercadito Fe Y Esperanza	07:52	07:59	0.09	6	7
9	Sorti Agencia DYLS	08:00	08:07	0.17	5	7
8	Mini Market Jj	08:07	08:47	0.14	150	40

7	El Bodegn	08:47	08:54	5	5	7
14	San Antonio	09:01	09:08	0.16	10	7
15	Tienda Senor De La Buena Esperanza	09:09	09:16	2.34	7	7
16	Complejo Recreacional Deportivo El	09:19	09:29	0.79	30	20
17	Comercial Popular	09:40	09:47	1.4	9	7
6	Mini Tienda Milagro	09:50	10:00	1.79	30	20
5	Jesus	10:12	10:17	0.99	2	3
22	Despensa Genesita	10:17	10:24	0	9	7
21	Despensa Genesita	10:24	10:31	0.23	2	3
20	Friego Andres	10:27	10:34	0.06	29	20
19	Market Zona D Tankeo	10:47	10:54	0.33	10	7
18	Kiosko Willy	10:55	11:02	0.58	13	7
23	Navarrete Chumo, Oscar Miguel	11:03	11:11	0.02	83	25
24	Minimarket La Muneca	11:28	11:33	0.23	13	7
25	Ventas Marianita	11:35	11:43	0.5	3	3
26	Tienda-Alicia Rodriguez	11:39	11:45	1.78	12	7
27	Tienda El Pez Que Fuma	11:48	11:53	2.37	10	7
1	El Pechiche	11:59	12:05	1.73	10	7
2	Billar Leo	12:08	12:16	2.58	20	10
4	Billar Buenos Amigos	12:22	12:29	0.68	10	7
3	Tienda-Berisimo Loor	12:30	12:40	8.11	23	10
28	Tienda Alejandra	12:53	13:00	24.27	5	7
0	Depósito	13:36				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **ERBA2746**

La unidad ERBA2746, conducida por Zambrano Zambrano, fue la que mantuvo la jornada más extensa del día, con un total de 9 horas y 20 minutos para 21 clientes y 551 cajas. No obstante, al revisar la secuencia de la ruta, se observa que la extensión se debió principalmente a tramos de larga distancia entre ciertos puntos (por ejemplo, desplazamientos de más de 40 km entre algunas paradas). Sin embargo, el nuevo diseño permitió consolidar en una sola jornada lo que anteriormente requería recargues o dos

turnos. Aunque su jornada sigue siendo extensa, la diferencia con respecto a las rutas previas—donde este vehículo solía operar más de 14 o 15 horas— se traduce en un ahorro de aproximadamente 5 a 6 horas, manteniendo el rendimiento sin comprometer la salud del conductor.

Tabla 27

Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2746

Parada	Nombre Cliente	Llega da	Salid a	Distancia (km)	Caja s	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	2.13		
4	Tienda Jakc	07:03	07:13	1.61	24	10
3	Cancha Luz de America	07:15	07:22	2.2	11	7
2	Tienda Y Novedades El Chinito	07:25	07:32	0	9	7
1	Tienda Richely	07:32	07:39	19.06	9	7
8	Tienda Carlos	08:08	08:15	18.05	6	7
5	Mi Madrina	08:42	08:49	1.15	5	7
6	El Paisa	08:51	08:58	7.54	13	7
7	Tienda Anita	09:09	09:16	8.61	6	7
9	Billar 2 Hermanos	09:29	09:36	40.58	13	7
21	Kiosco Nathaly	10:37	10:44	15	5	7
20	Despensa 3 Herramanos	11:06	11:26	7.71	41	20
18	Tienda El Bolante	11:38	11:41	0.2	3	3
19	Variedades Ronaimar	11:41	12:01	16.71	32	20
17	Mini Market Torres	12:26	12:33	0.78	11	7
16	Comercial Reina	12:35	13:15	0	108	40
14	Comercial Reina	13:15	13:55	0.26	135	40
15	Comercial Chamanga	13:55	14:05	0.31	16	10
13	Tienda Josue	14:05	14:12	0.06	12	7
10	Bazar Y Tienda Annabel	14:12	14:19	0	12	7
12	Billar Saturno	14:19	14:39	0.08	30	20
11	Bodega Zharick	14:40	15:00	53.67	50	20
0	Depósito	16:20				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

4.3.1.3. Análisis de mejoras por unidad operativa del día miércoles

El nuevo esquema del miércoles logró una jornada acumulada de 34 horas y 39 minutos entre cuatro unidades operativas que anteriormente excedían los tiempos de trabajo recomendados, atendiendo a 133 clientes y distribuyendo más de 3,100 cajas.

Tabla 28

Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas

Placa	Viaje	Nombre conductor	Cliente s.	Cjs entrega.	Hls	Tiempo Total.
ERCG0938	1	Moreira Mieles, Alfredo Jose	24	1121	47.86	09:21
ERBA2734	1	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	35	679	32.15	08:55
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre, Angel Aquiles	34	634	32.91	06:31
EBGB0109	1	Mejia Jama, Carlos Julio	40	702	35.95	09:52
Total general			133	3136	148.8 7	34:39:00

Nota. Elaboración propia a partir de la reorganización de rutas mediante modelo VRP (OR-Tools, OSRM, Folium).

- **ERCG0938**

La unidad EGSD7982, una de las que se encontraba en rojo por jornadas extendidas, completó su ruta en tan solo 6 horas y 31 minutos, distribuyendo 634 cajas a 34 clientes. La secuencia lógica de entrega, los tramos cortos y el control del tiempo de espera permitieron reducir en más de 6 horas su jornada habitual, que previamente superaba las 13 horas, logrando así una jornada saludable y eficiente.

Tabla 29

Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	29.87		
22	La Parada	07:44	07:54	5.6	15	10
21	Tienda Mi Sub	08:03	08:13	15.36	22	10
6	Restaurante El Colorado	08:36	08:46	9.06	15	10
7	House Bar	08:59	09:09	0.02	19	10
11	Marin	09:09	09:12	0	2	3
10	Marin	09:12	09:19	0	10	7
9	Marin	09:19	09:39	0.12	31	20

12	Billar Los Lu	09:40	09:50	0.09	15	10
13	Plasticos El Venao	09:50	10:10	0.10	31	20
15	Tienda Two Brothers	10:10	10:17	0.07	8	7
14	Tienda Two Brothers	10:17	10:21	0.04	8	7
17	Tienda Angie	10:24	10:30	0.06	16	10
16	Tienda Angie	10:34	10:45	0.11	12	7
18	Kiosko El Miquito	10:41	11:26	0.45	110	40
8	Comisariato El Econmico	11:22	12:52	1.30	650	90
5	Comercial Cedeno	13:06	13:13	0.07	5	7
4	Mami Bel	13:23	13:30	0.07	20	10
3	Billar Anita	13:37	13:41	0.04	12	7
2	Mini Market Soda Bar Criswen	13:44	14:04	0.20	30	20
1	Tienda Básica el Gallero	14:04	14:28	0.24	41	20
19	Tienda Roldan	14:33	14:40	0.07	7	7
20	Mini Ivette	14:40	15:00	0.20	32	20
23	El Kiosko De Yany	15:20	15:27	0.07	6	7
24	Piqueos y Asados de Mari	15:29	15:31	0.02	4	3
0	Depósito	16:21				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **ERBA2734**

Por otro lado, la unidad ERBA2734, que en la planificación anterior acumulaba hasta 15 horas en días críticos, ahora completa su jornada en 8 horas y 55 minutos, con una carga total de 679 cajas y 35 clientes. Aunque aún se encuentra en el límite superior de la jornada recomendada, la mejora es evidente respecto al diseño previo, que incluía largos desplazamientos, acumulación de entregas de alto volumen sin pausas, y tramos redundantes. Con esta optimización, se estima un ahorro operativo de al menos 5 a 6 horas, lo cual tiene un impacto directo en la reducción del riesgo de fatiga y mejora del desempeño del conductor.

Tabla 30

Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2734

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
--------	----------------	---------	--------	----------------	-------	------------------------

0	Depósito	07:00		3.29		
34	Comercial Vera	07:04	07:24	28.28	26	20
1	Tienda Sesme	08:07	08:10	21.4	4	3
9	BAR 365	08:42	08:52	0.06	23	10
10	RELAX M y M	08:52	08:59	0.19	11	7
29	Billar Alcivar	08:59	09:19	0.16	31	20
28	Comercial Arteaga	09:20	10:00	0.17	91	40
20	Tienda Andy	10:00	10:40	0.09	107	40
19	Tienda Basica Navajita	10:40	10:50	0.15	21	10
18	German Roberto Muñoz	10:50	11:00	0.16	20	10
17	Comercial La Economia	11:00	11:10	0.49	18	10
22	Licoreria Hidalgo	11:11	11:14	0.04	2	3
21	Tienda Consuelito	11:14	11:24	0.28	20	10
16	Mini tienda Mahia	11:25	11:32	0.02	6	7
15	Tienda Marita	11:32	11:39	0.3	13	7
23	Mini Market Carbeche	11:39	11:46	0.11	5	7
24	Tienda El Tanqueo	11:46	12:06	0.07	50	20
27	Depsito De Bebidas Manantial	12:06	12:13	0.16	10	7
14	Comercial Maria Patricia	12:14	12:21	0.1	13	7
26	Licoreria Zambrano	12:21	12:31	0.12	15	10
12	La Esquina Family	12:31	12:41	0	24	10
13	Comisariato Super Macho	12:41	12:48	0.11	12	7
11	Comercial Palmita	12:48	12:55	0.19	10	7
8	Licorplast Tsunami	12:55	13:05	1.11	14	10
7	Familia Mera Rosado	13:07	13:14	0.76	8	7
6	Tienda Hermanos Vera	13:15	13:25	13.03	24	10
5	Multiservicios Tres Hermanos	13:45	13:48	0.07	3	3
4	El Oferton	13:48	13:55	0.11	11	7
3	Comercial La Pepa	13:55	14:02	8.72	12	7
2	Tienda Letty	14:15	14:22	5.79	6	7
30	Tienda Jrm	14:31	14:41	0.49	21	10
32	Tienda El Duro	14:42	14:52	0.07	24	10
31	Acopio De Fruta	14:52	14:55	3.87	4	3
33	Kiosko Benito	15:00	15:03	0.44	3	3
35	Tienda la Puerta Del Sol	15:04	15:14	20.59	14	10
25	Tienda Gemita	15:45	15:48	4.97	3	3
0	Depósito	15:55				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **EGSD7982**

La unidad ERCG0938, que también figuraba en situación crítica, ahora completa su recorrido en 9 horas y 21 minutos, entregando una carga considerable de 1,121 cajas a 24 clientes, incluyendo un solo punto con 650 cajas. A pesar del volumen, la secuencia y

distribución de tiempos permiten sostener la eficiencia operativa, y aunque su jornada sigue siendo exigente, representa una mejora frente a las 14 horas de operación anteriores. El rediseño redujo tramos extensos e incorporó tiempos de espera realistas, logrando una jornada aún dentro de límites laborales aceptables.

Tabla 31

Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERCG0938

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	3.33		
1	Licorera E & M	07:04	07:24	0.45	47	20
2	Tienda Ilian	07:25	07:28	0.18	2	3
3	Zifu.web	07:28	07:38	0.04	15	10
4	Ruso's Licor	07:38	07:48	0.14	17	10
6	BILLARES REDIL	07:49	08:09	0.17	30	20
9	Tienda Don Bolo	08:09	08:16	0.04	6	7
10	Club Los Amigos De Luchito	08:16	08:19	0.61	3	3
25	Mini Desoensa Wendy	08:20	08:27	0.27	5	7
24	Tienda-Jhonny Bravo	08:27	08:30	0.38	4	3
23	Tienda Tono	08:31	08:34	0.09	3	3
22	Despensa Matias	08:34	08:37	0.13	2	3
11	Viveres Esney	08:37	08:40	0.44	4	3
21	Mini Market Maritere	08:41	09:01	0.3	49	20
19	Tienda Isabelita	09:01	09:04	0.33	2	3
26	Tienda Tatianita	09:05	09:12	0.23	5	7
18	Salon El Peludo	09:12	09:22	0.39	16	10
17	Comercial Don Diovis	09:23	09:30	0.29	7	7
12	Deposito La Taberna	09:30	10:10	0.22	118	40
14	Nathaly	10:11	10:14	0.69	4	3
32	Casa Club Sport Grill	10:15	10:22	3.86	7	7
34	Billar Daniel Solorzano	10:27	10:34	4.18	10	7
30	Despensa Nino Fray	10:41	11:06	0	80	25
31	Despensa El Paraiso	11:06	11:26	0.55	46	20
29	Don Figue	11:26	11:29	0.1	3	3
28	Mini Tienda Carmita	11:30	11:50	0.19	27	20
27	Licoreria Don Voltar	11:50	12:10	4.8	44	20
33	Divino Niño	12:17	12:24	4.85	8	7
20	Tienda 3 Hermanos	12:31	12:34	4.07	1	3
16	Canchas Julio Andrade	12:40	12:47	0.16	6	7
15	Lubricadora Compa Joso Y Jc	12:48	12:55	0.27	13	7
13	Bar Comedor El Almendro	12:55	13:02	0.17	10	7
5	Mini Tienda Paty	13:02	13:12	0.27	18	10
7	Comercial Marino	13:13	13:20	0.15	12	7
8	Comercial Chone Lindo	13:20	13:27	2.9	10	7

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

• **EBGB0109**

Finalmente, EBGB0109 completó una ruta extensa con 40 clientes y 702 cajas en 9 horas y 52 minutos, lo cual representa una notable mejora, ya que anteriormente requería de más de 13 horas. Aunque aún mantiene la jornada más larga del miércoles, el rediseño logró una secuencia geográfica más lógica, reducción de tiempos muertos y mejor aprovechamiento del tiempo de espera. Se estima un ahorro de entre 4 y 5 horas respecto a la planificación previa, y se reduce considerablemente el nivel de riesgo físico identificado en los análisis de riesgo laboral.

Tabla 32

Itinerario secuencial optimizado de la unidad EBGB0109

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	19.43		
33	Robert Ponce Comercial	07:29	07:36	0.72	10	7
32	Comercial Camm	07:37	08:02	8.41	68	25
31	Billar La Choza	08:14	08:21	2.76	7	7
39	Tienda Dimas Y Andres	08:25	08:34	4.6	18	9
30	Tienda El Cobijo	08:41	09:00	18.57	48	19
34	el Campo	09:28	09:35	3.37	6	7
35	Tienda El Bacanal	09:40	09:43	0.56	4	3
36	Tienda Basica-Flor Dominguez	09:44	09:51	2.19	7	7
37	Tienda Emilio	09:54	10:34	3.83	150	40
38	Tienda Ambar	10:40	10:43	3.28	3	3
29	Billar Shopping	10:48	10:55	3.81	11	7
27	Tienda los Tamarindos	11:01	11:20	1.22	30	19
24	Tienda Veronica	11:22	11:25	0.09	3	3
23	Tienda Francisco	11:25	11:32	0.57	8	7
22	Tienda Meyo	11:33	11:40	13.72	7	7
18	Tienda Basica German	12:00	12:09	2.55	18	9

15	Coop Tras .Coactur	12:13	12:20	1.32	8	7
13	Mini Frigo Castro Zambrano	12:22	12:25	0.09	2	3
14	Tienda Emily	12:25	12:32	1.7	7	7
8	Tienda Basica-Melida Chica	12:35	12:42	0.7	8	7
5	Tienda Basica Angela Prado	12:43	12:52	2.46	23	9
1	H Sports Café	12:55	12:58	0.19	2	3
2	Ponteloco	12:59	13:18	0.55	33	19
40	Tienda Maria Jose	13:19	13:26	0.1	8	7
3	Tienda La Sazon De Ketita	13:26	13:33	2.58	8	7
6	Micro Mercado Sal Y Pimienta	13:37	13:46	0.16	15	9
4	Despenza Estefany	13:46	13:53	0.49	5	7
7	Tienda Básica Chica	13:54	14:03	0.22	21	9
9	Mini Despenza Fanny	14:03	14:06	0.46	3	3
10	Comercial Mia Valentina	14:07	14:16	0.12	20	9
11	Mini Tienda Vanesita	14:16	14:19	0.67	3	3
12	Deposito Chalares	14:20	14:23	0.86	3	3
17	Tienda Don Manuel	14:24	14:43	0.3	26	19
16	Yanmarc	14:43	15:08	12.59	60	25
19	Billar El Hueco	15:27	15:34	1.14	5	7
20	Tienda Genith Fallain	15:36	15:39	0.87	3	3
21	Tienda Comercial Barbarita	15:40	15:43	5.26	4	3
25	Kiosko Marcelo	15:51	15:58	0.15	11	7
26	Tienda Carlos	15:59	16:08	1.81	21	9
28	Billar Siempre For Ever	16:10	16:17	23.35	5	7
0	Depósito	16:52				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

4.3.1.4. Análisis de mejoras por unidad operativa del día jueves

La nueva planificación del día jueves mediante el modelo VRP permitió reducir significativamente la sobrecarga de trabajo. Antes de la mejora, la jornada incluía 9 viajes y 2 recargues, totalizando más de 359 horas logísticas (Hls). Las unidades ERBA2746,

ERBA2734, EMBF8981 y EGSD7982, señaladas en rojo, estaban operando hasta 15 y 16 horas consecutivas, evidenciando un serio desequilibrio en la planificación y rotación de flota.

Tabla 33

Resumen de mejoras operativas por unidad durante el lunes tras la optimización de rutas

Placa	Viaje	Nombre conductor	Cliente s.	Cjs entrega.	Hls	Tiempo Total.
ERBA2746	1	Zambrano Zambrano	49	813	40.46	07:37
ERBA2734	1	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	26	529	31.11	08:38
EMBF8981	1	Quiroz Quimis	39	704	28.39	07:02
EGSD7982	1	Zambrano Aguirre	33	838	47.43	05:47
Total general			147	2884	147.3	29:04:00 9

Nota. Elaboración propia a partir de la reorganización de rutas mediante modelo VRP (OR-Tools, OSRM, Folium).

- **ERBA2746**

En el rediseño actual, todas esas unidades fueron incluidas estratégicamente, y los resultados muestran mejoras sustanciales. La unidad ERBA2746, que antes superaba las 15 horas, ahora completó su recorrido en 7 horas y 37 minutos, entregando 813 cajas a 49 clientes, con una ruta eficiente y pausada, estructurada en microsegmentos de corta distancia y tiempos de espera realistas. Esta mejora implica un ahorro estimado de más de 7 horas, y representa un salto importante en términos de sostenibilidad operativa y salud del conductor.

Tabla 34

Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2746

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	1.29		
8	Despensa Y Frigo Emanuel	07:01	07:10	0.17	14	9
1	Licoreria D Lopez	07:11	07:18	0.21	8	7
6	Mini Despensa Jamileth	07:18	07:25	0.14	5	7
7	Venta De Legumbres	07:25	07:34	0.3	21	9
2	Bar Don Ina	07:35	07:44	0.01	20	9
4	Tienda Lupita Delgado	07:44	07:47	0.11	4	3
5	Tienda CAILANY	07:47	07:54	0.27	6	7

3	cancha Juanito sport	07:54	08:03	0.57	20	9
12	Toky club licor store	08:04	08:11	0.85	13	7
35	Mini Deposito La Casa De Pilsener	08:12	09:12	0.27	277	60
36	Tienda Jose Erwin Zambrano	09:13	09:16	0.15	4	3
38	Quiosco Tito	09:16	09:23	0.09	5	7
40	Tienda Mariale	09:23	09:42	0.13	26	19
44	Tienda Shayra	09:42	09:47	0.26	2	3
41	Mini Market Daylin	09:46	09:53	0.05	8	7
42	Despensa Precio De Mercado	09:53	09:59	0.5	3	3
39	Tienda Familia Moreira	09:57	10:00	0.33	3	3
34	Mini Market El Vergel	10:00	10:07	0.26	6	7
28	Comercial Frozam	10:07	10:23	0.18	31	19
25	Mi Sastreria	10:27	10:33	0.01	15	9
26	Comercial Silvita	10:36	10:43	0.32	8	7
19	Tienda El Pescador	10:43	10:50	0.02	5	7
20	Liquor La Taberna	10:50	10:57	0.01	7	7
22	Panadería Elian	10:57	11:00	0.18	2	3
16	Papelería Multisoluciones	11:01	11:08	0.01	9	7
15	Papelera El 100tifico	11:08	11:25	0.29	35	19
13	Peluqueria Miss Cleiro	11:27	11:30	0.67	4	3
18	Tienda La Cabina	11:31	11:41	0.18	19	9
27	Mini Tienda Alex	11:40	11:47	0.47	10	7
37	Kiosco Xiomy	11:48	11:51	0.44	2	3
32	Las cristianada	11:52	11:59	0.55	10	7
23	Despensa Chispita	11:59	12:06	0.15	13	7
21	Licoreria La Avenida	12:07	12:16	0.31	25	9
30	Tienda De Todo	12:16	12:23	0.09	6	7
31	Karaoke Discotec Impacto	12:23	12:33	0.89	22	9
33	Mini Tienda Ricardo	12:34	12:41	1.06	8	7
46	Tienda Tita	12:42	12:45	2.4	3	3

48	La Terraza	12:49	12:52	2.45	3	3
47	Salon Don Key	12:55	13:02	0.47	7	7
45	TIENDA GAEL	13:03	13:10	0.28	5	7
43	Mini Despensa Frente Al Rio	13:11	13:30	0.59	34	19
29	Maru_ventas	13:30	13:33	0.47	3	3
17	Comercial Santana	13:34	13:37	1.1	4	3
10	Minimarket El Cubano	13:39	13:46	1.15	7	7
11	Chiche'S	13:48	14:05	0.16	33	19
14	la sazón de FILITO	14:07	14:13	0.46	19	9
49	Billar Lucas	14:16	14:23	0.31	11	7
9	Tienda Aracely	14:24	14:31	0.73	5	7
24	Mini Tienda Genesis	14:32	14:37	1.15	3	3
0	Depósito	14:37				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **ERBA2734**

La unidad ERBA2734, históricamente sobrecargada durante toda la semana, pasó de trabajar unas 13,5 horas a solo 8 horas y 38 minutos, manteniendo la atención a 26 clientes y entregando 529 cajas. Aunque sigue siendo una jornada exigente, el rediseño eliminó desplazamientos largos y agrupó entregas de alto volumen en bloques organizados, reduciendo la fatiga acumulada y mejorando la distribución de carga. Esto representa un ahorro de al menos 5 horas de operación, lo que es especialmente significativo para una unidad que ya venía operando en exceso desde el lunes.

Tabla 35

Itinerario secuencial optimizado de la unidad ERBA2734

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	4.17		
2	Mini Tienda Maria Clara	07:06	07:13	0.62	8	7
3	Tienda Galo Romero	07:14	07:21	4.04	8	7
5	Manuel Andres	07:27	07:34	0.11	6	7
4	Mary	07:34	07:41	2.73	7	7
13	Tienda Gaby	07:45	07:52	2.33	11	7
14	Cancha Ferdeluis	07:56	08:15	1.99	39	19
6	Jesús Es Mi Fortaleza 2	08:17	08:20	0.1	3	3
7	Tienda Flor Maria	08:21	08:24	0.04	3	3

17	Tienda Anita	08:24	08:27	19.75	4	3
22	Abastos Mrquez	08:56	09:15	0.07	34	19
23	Comercial M Y M	09:15	09:24	15.58	14	9
25	Molina Bazurto	09:48	09:55	0.87	12	7
26	Tienda Tres Hermanos	09:56	10:03	1.81	5	7
24	Tienda Mera	10:06	10:31	13.06	60	25
21	Tienda Banda Del Carro Rojo	10:50	10:57	0.63	8	7
20	Siempre Chica	10:58	11:38	7.35	233	40
19	Cancha Deportiva Dueñas	11:49	11:52	1.21	4	3
18	Tienda San Judas	11:54	11:57	2.32	4	3
1	Tienda 4 Hermanos	12:01	12:10	0.02	18	9
16	Tienda Luis Cedeño	12:10	12:19	5.22	17	9
15	Tienda Alcivar	12:27	12:30	2.78	2	3
12	Tienda Antonio	12:34	12:41	0.33	7	7
11	Cyber La Nena	12:41	12:48	0.06	10	7
10	Hermanos Carranzas	12:48	12:55	0.04	8	7
9	Tienda Vende Macías	12:55	12:58	0.03	2	3
8	Tienda Karina	12:58	13:01	0.37	2	3
0	Depósito	13:02				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **EMBF8981**

Asimismo, EMBF8981, que previamente alcanzaba jornadas de hasta 13 horas, redujo su jornada a 7 horas y 2 minutos, atendiendo a 39 clientes con una carga de 704 cajas. El modelo priorizó secuencias lógicas de entrega y rutas sin solapamientos, reduciendo tiempos de espera innecesarios y evitando recorridos innecesarios. Esta disminución de más de 6 horas en su jornada representa una de las mejoras más significativas del rediseño.

Tabla 36

Itinerario secuencial optimizado de la unidad EMBF8981

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	27.35		
39	Tienda Los Banquitos	07:41	07:48	9.47	12	7
14	Cancha Hermanos Delgado	08:02	08:05	1.05	4	3
13	Tienda Maria Belen	08:06	08:13	3.03	7	7
6	Ramada Maria Cristina	08:18	08:25	4.44	8	7
17	Las Canchitas del cacao	08:32	08:39	0.71	5	7
18	Estacion 21	08:40	08:47	0.94	6	7
26	Ferreteria Santa Marianita	08:48	08:55	0.03	11	7

27	Tienda-Maria Gabriela	08:55	08:58	1.51	3	3
38	Mini Tienda 3	09:00	09:09	0.26	22	9
	Hermanos					
37	Tienda Israel	09:10	09:35	0.14	71	25
36	Tienda Alejandra	09:35	09:42	0.72	6	7
33	Finca San Antonio	09:43	09:50	0.2	5	7
30	La Hueca	09:50	09:59	0.51	14	9
35	Pingui	10:00	10:03	0.19	4	3
32	Delyt	10:03	10:12	0.05	24	9
31	Multicomercio La	10:12	10:19	0.66	6	7
	Avenida					
29	Tienda Tia Tere	10:20	10:27	0.52	6	7
34	Estacion relaxxx	10:28	10:37	0.32	22	9
28	Comercial Hugo	10:38	10:57	0.53	40	19
20	Bar Tequila	10:57	11:04	0.27	6	7
19	Comercial Basurto	11:05	11:14	4.35	21	9
11	Tienda Yolanda	11:20	11:29	7.28	23	9
7	Mini Licoreria Mou	11:40	11:47	0.01	10	7
8	Bar del valle	11:47	11:56	0.82	16	9
9	Cancha mi chile	11:58	12:07	4.78	16	9
3	Tienda Basica-	12:14	12:23	0.38	20	9
	Solorzano					
2	Tienda-Franklin Macias	12:23	12:30	0.01	13	7
1	Tienda Zambrano	12:30	12:55	3.6	66	25
5	Tienda-Byron Moreira	13:01	13:08	0.45	10	7
4	Strong Beer	13:08	13:15	6.01	7	7
10	Tienda Lolita	13:24	13:27	3.43	4	3
12	Balneario El Paraiso	13:33	13:40	1.58	10	7
15	TIENDA 4	13:42	13:51	0	22	9
	HERMANOS					
16	Tienda 4 Hermanos	13:51	13:58	1.33	13	7
23	Mini Tienda Las	14:00	14:19	0.16	49	19
	Delicias					
24	Comercial Jhonner	14:19	14:28	0.17	17	9
25	Dbain	14:28	14:31	0.58	3	3
22	Moes licorería	14:32	14:39	0.09	12	7
21	El Fantasma Liquor	14:39	15:04	22.37	90	25
	Store					
0	Depósito	15:38				

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

- **EGSD7982**

Finalmente, EGSD7982, que era una de las unidades más críticas con más de 14 horas y 47.43 Hls en la planificación anterior, ahora completó su ruta en solo 5 horas y 47 minutos, distribuyendo 838 cajas a 33 clientes. A pesar del alto volumen, la ruta fue construida con una secuencia extremadamente eficiente, destacando por su balance entre puntos de alta demanda y entregas rápidas.

Tabla 37*Itinerario secuencial optimizado de la unidad EGSD7982*

Parada	Nombre Cliente	Llegada	Salida	Distancia (km)	Cajas	Tiempo de Espera (min)
0	Depósito		07:00	2.67		
30	Mini Tienda Don Leo	07:04	07:07	1.04	4	3
16	Comercial Anahi	07:08	07:27	0.31	36	19
24	Cevceria Aliss	07:28	07:31	0.63	4	3
21	La Casita de Nathaly	07:31	07:34	0.25	3	3
23	Tienda 5 Hermanos	07:35	07:42	0.31	5	7
18	Tienda Don Leo	07:42	07:49	0.77	5	7
12	Bar Los Pits	07:50	07:57	0.2	5	7
11	Lubrimafer	07:58	08:05	1.11	9	7
10	Tres Hermanos	08:06	08:13	0.68	10	7
8	Recargas Salome	08:14	08:23	0.02	15	9
9	Tienda Garcia	08:23	08:26	0.17	2	3
6	Tienda Don Pulido	08:27	08:34	0.06	5	7
7	Tienda-Detsi Mendoza	08:34	08:41	0.03	13	7
1	Tienda Jesus	08:41	08:48	1.16	9	7
4	Tienda Giasol	08:50	08:53	0.01	4	3
5	tienda bendición de Dios	08:53	08:56	2.47	2	3
2	Tienda Rosi	08:59	09:08	2.51	16	9
3	Tienda Chispas	09:12	09:15	4.29	3	3
13	Tienda-Vera Katherine	09:22	09:29	0.36	6	7
14	Kiosco 3 Hermanas	09:29	09:32	0.21	2	3
15	Tienda Martitha	09:32	09:39	0.24	8	7
19	Tienda Junior Briones	09:40	09:49	0.18	15	9
22	La Aray	09:49	09:52	0.49	4	3
20	Tienda Kanon	09:53	10:00	7.06	5	7
33	San Miguel	10:10	11:10	5.83	476	60
27	Lupaece	11:19	11:26	1.41	7	7
17	Despensa Blanquita	11:28	11:35	0.49	10	7
25	Friego Market Gomecito	11:36	11:45	0.48	20	9
31	Mister GYM	11:46	11:53	0.73	10	7
29	Tienda Minimarket Santa Gema	11:54	12:19	0.11	82	25
28	Ceviches Se Renan	12:19	12:28	0.15	20	9
26	Frigorifico	12:28	12:37	2	19	9
32	Tienda San Jose	12:40	12:43	2.47	4	3
0	Depósito		12:47			

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de paradas, tiempos estimados y volúmenes de entrega.

En conjunto, la jornada del jueves pasó de ser una de las más críticas de la semana con más de 60 horas acumuladas entre solo cinco unidades, a una jornada de solo 29 horas y 4 minutos distribuidas en cuatro unidades, reduciendo recargues, sobrecarga y riesgo de accidentabilidad. El rediseño demuestra que es posible sostener la calidad del servicio

con menos horas, menos esfuerzo físico y más eficiencia, confirmando que la optimización no solo mejora la logística, sino que también protege al capital humano.

4.3.2 Mapa de rutas optimizadas

Las imágenes a continuación muestran la representación geográfica de una de las rutas optimizadas de reparto en la ciudad de Chone y sus alrededores. Cada marcador azul indica una parada correspondiente a un cliente, enumeradas en orden secuencial de visita. La línea verde representa el trayecto planificado que el vehículo debe seguir. Además, el mapa permite una visualización dinámica: al seleccionar una parada específica, se despliega un recuadro informativo que detalla datos esenciales como el nombre del cliente, la cantidad de cajas entregadas, la distancia recorrida desde el punto anterior, la hora estimada de llegada y salida, así como el tiempo programado de espera.

La distribución georreferenciada se organizó por día (lunes a jueves), con las unidades asignadas a cada jornada:

- **Lunes:** EGSD7982, ERBA2734, ERBA2746.
- **Martes:** EBGB0109, EGSD7982, ERBA2746.
- **Miércoles:** ERCG0938, ERBA2734, EGSD7982, EBGB0109.
- **Jueves:** ERBA2746, ERBA2734, EMBF8981, EGSD7982.

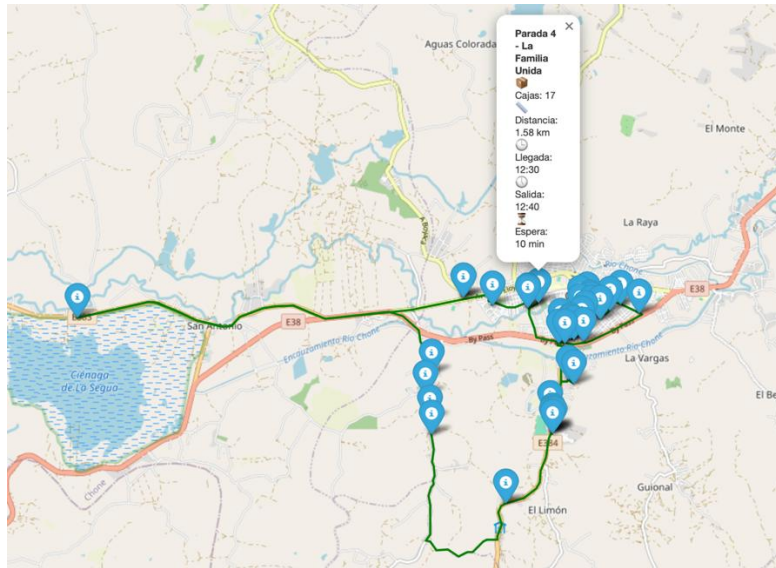
4.3.2.1. Distribución georreferenciada de paradas – jornada del lunes

La jornada del lunes fue georreferenciada mediante herramientas cartográficas y de ruteo, en esta jornada participaron tres unidades (EGSD7982, ERBA2734 y ERBA2746), cuyas rutas fueron diseñadas con base en criterios de proximidad, volumen de carga y tiempos de entrega.

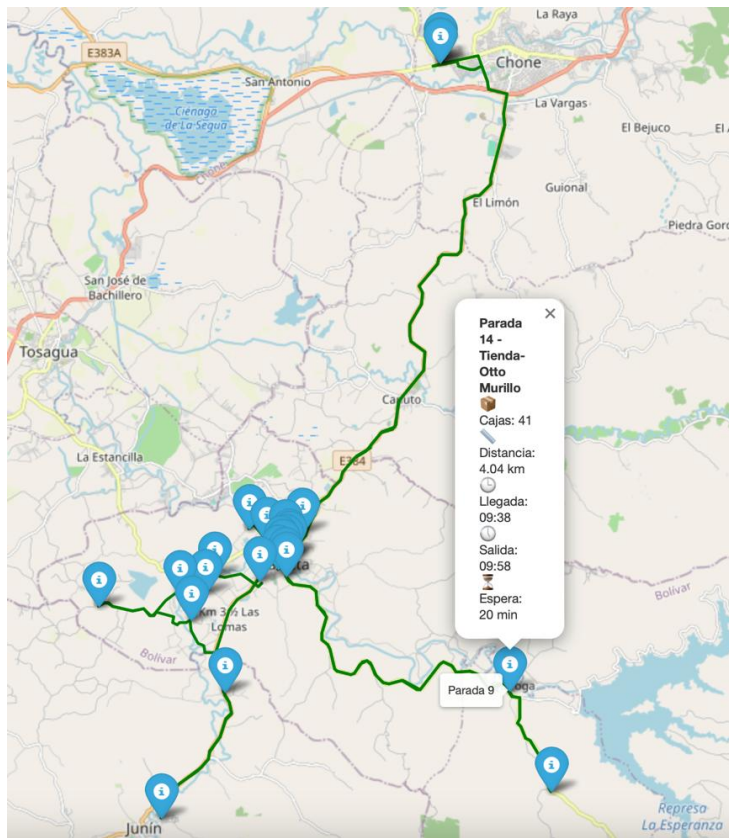
Figura 5

Mapas de rutas optimizadas a) EGSD7982, b) ERBA2734, y c) ERBA2746.

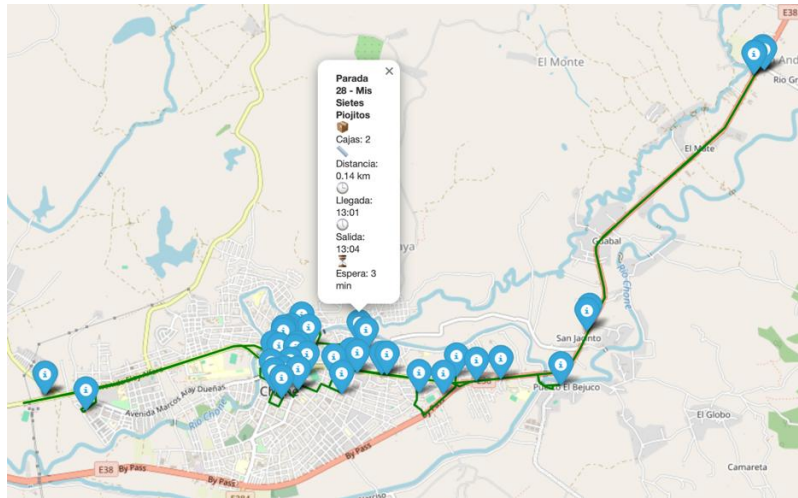
a) EGSD7982



b) ERBA2734



c) ERBA2746



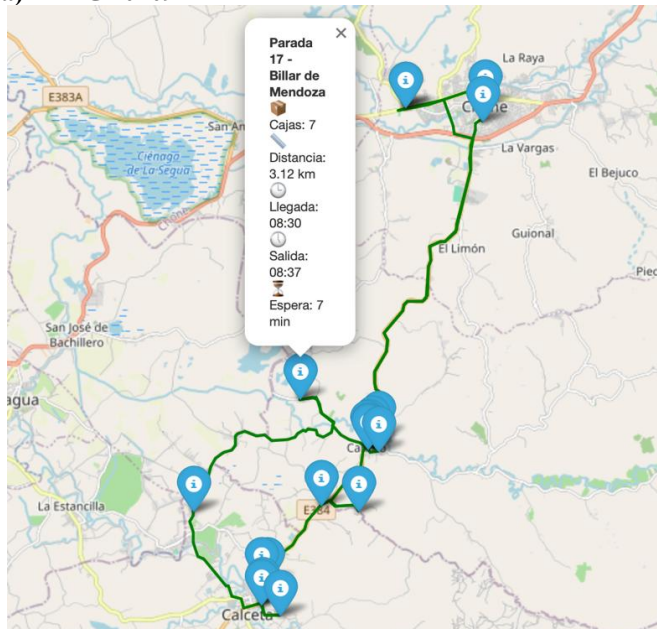
4.3.2.2. Distribución georreferenciada de paradas – jornada del martes

Para el día martes se estableció una planificación optimizada que incluyó a las unidades EBGB0109, EGSD7982 y ERBA2746. A través del uso de plataformas de visualización dinámica, fue posible consolidar un mapa que evidencia una mejor cobertura territorial, reducción de tiempos muertos y una mayor equidad en la distribución de la carga entre los conductores.

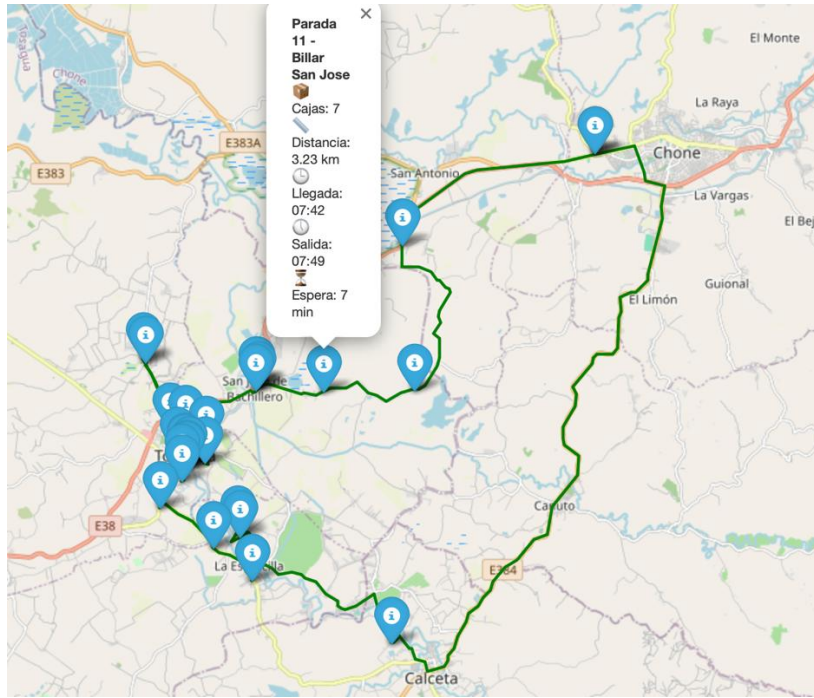
Figura 6

Mapas de rutas optimizadas a) EBGB0109, b) EGSD7982, y c) ERBA2746.

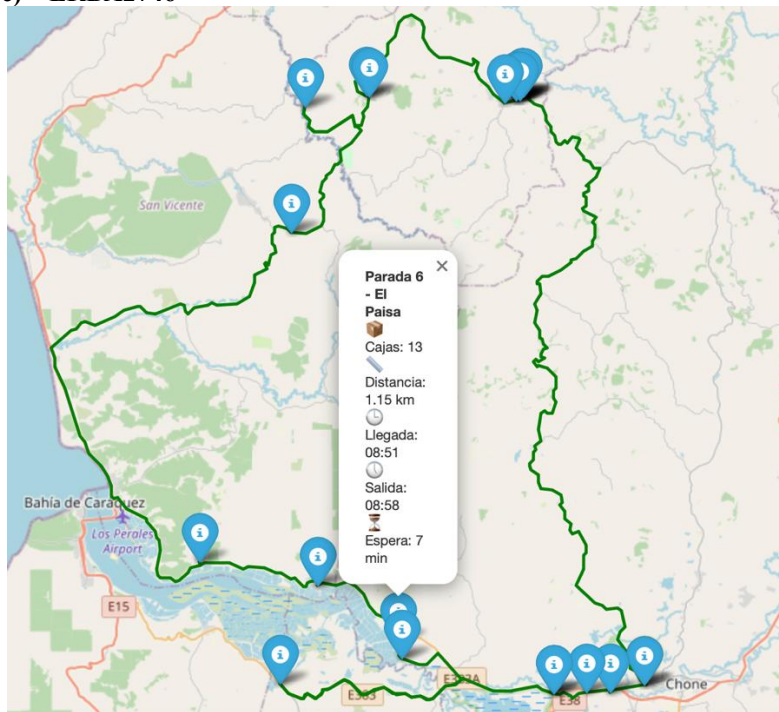
a) EBGB0109



b) EGSD7982



c) ERBA2746



4.3.2.3. Distribución georreferenciada de paradas – jornada del miércoles

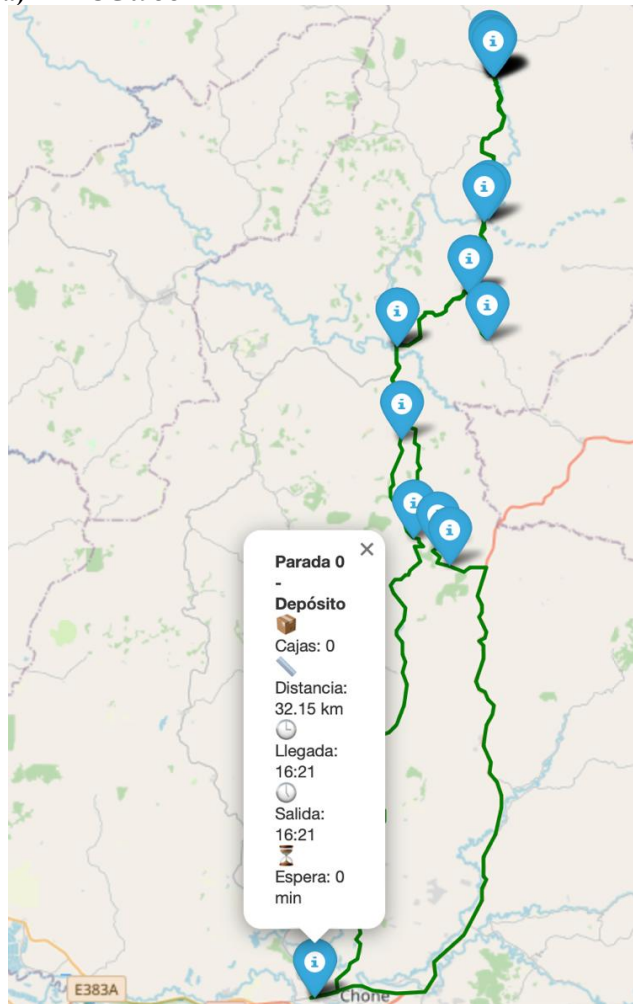
Durante la jornada del miércoles se desplegaron cuatro unidades operativas (ERCG0938, ERBA2734, EGSD7982 y EBGB0109), debido a la concentración de entregas previstas para este día. La distribución de paradas fue optimizada mediante criterios de cercanía geográfica y balance de carga, permitiendo generar un mapa

detallado en el que se reflejan las rutas segmentadas por unidad, facilitando el cumplimiento puntual de los compromisos logísticos. Este diseño georreferenciado redujo considerablemente los solapamientos de trayectos y favoreció una mayor cobertura en menor tiempo.

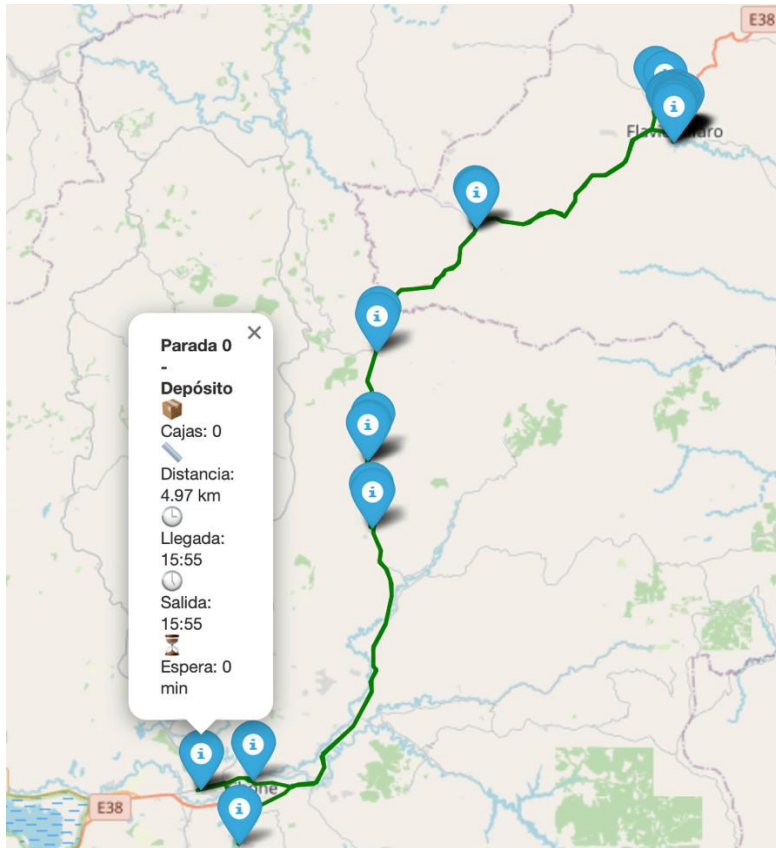
Figura 7

Mapas de rutas optimizadas a) ERCG0938, b) ERBA2734, c) EGSD7982 y d) EBGB0109

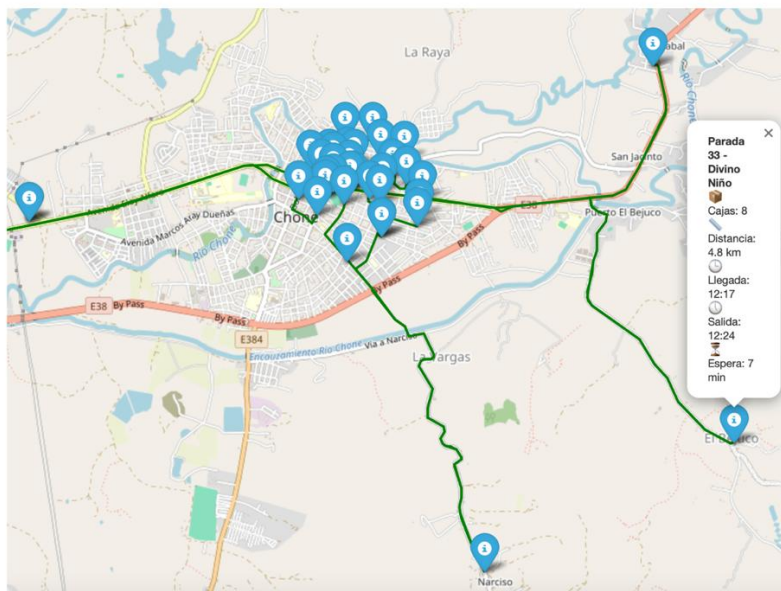
a) ERCG0938



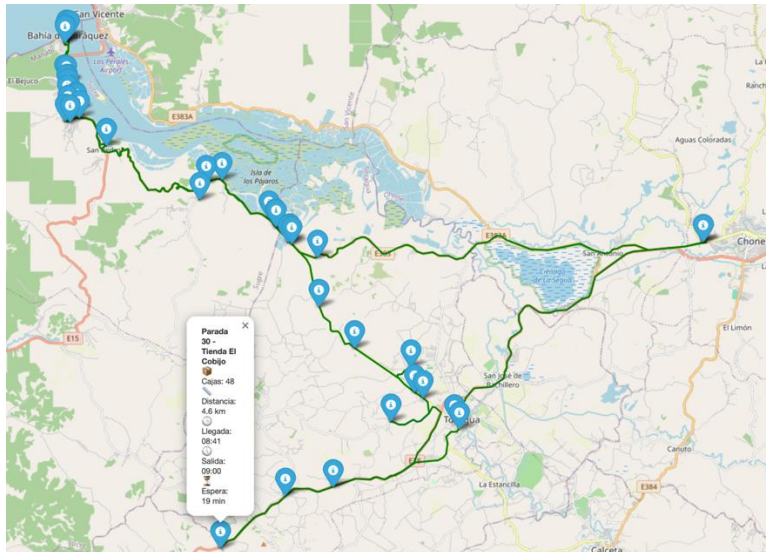
b) ERBA2734



c) EGSD7982



d) EBGB0109



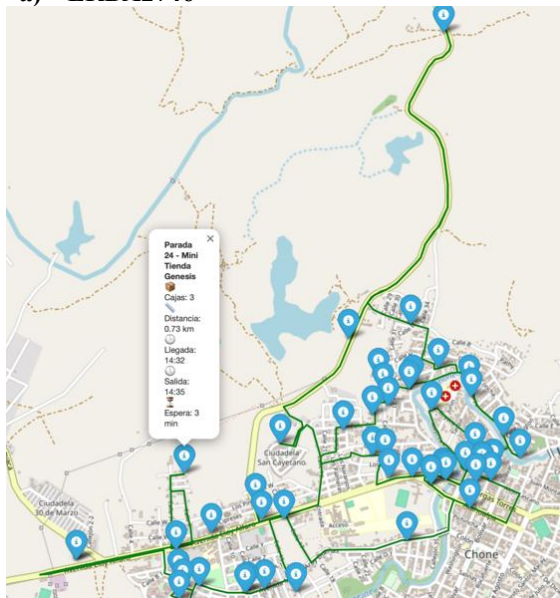
4.3.2.4. Distribución georreferenciada de paradas – jornada del jueves

La georreferenciación de las paradas (ERBA2746, ERBA2734, EMBF8981 y EGSD7982) permitió representar gráficamente la estrategia de cobertura aplicada, donde cada unidad fue distribuida en sectores definidos, minimizando recorridos redundantes y maximizando el rendimiento diario.

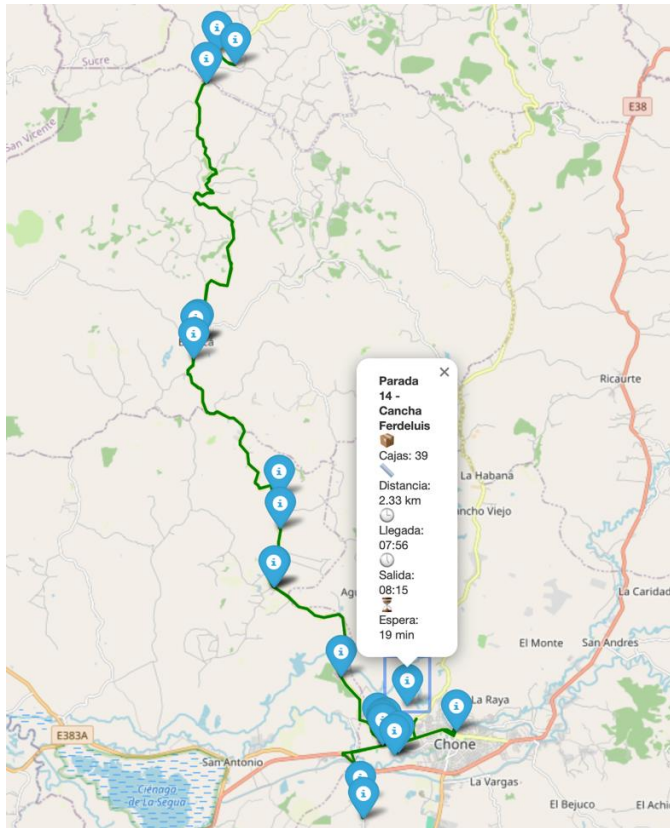
Figura 8

Mapas de rutas optimizadas a) ERBA2746, b) ERBA2734, c) EMBF8981 y d) EGSD7982

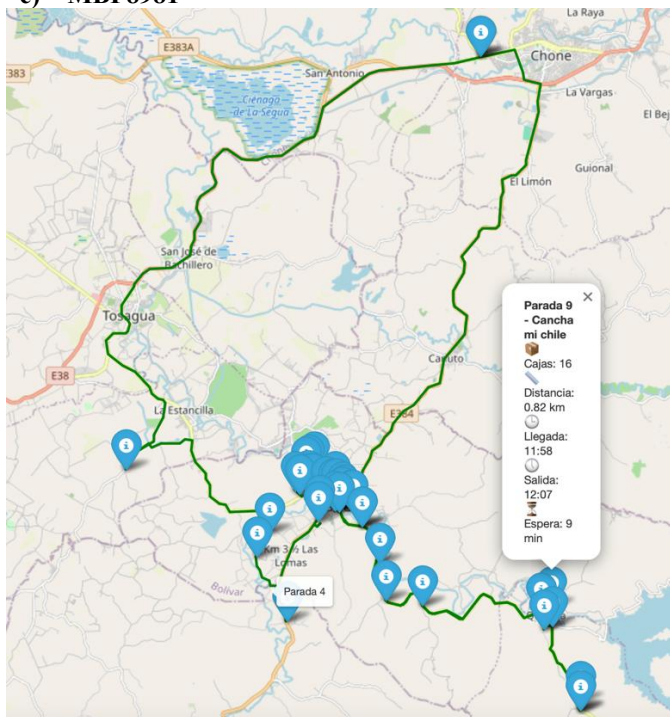
a) ERBA2746



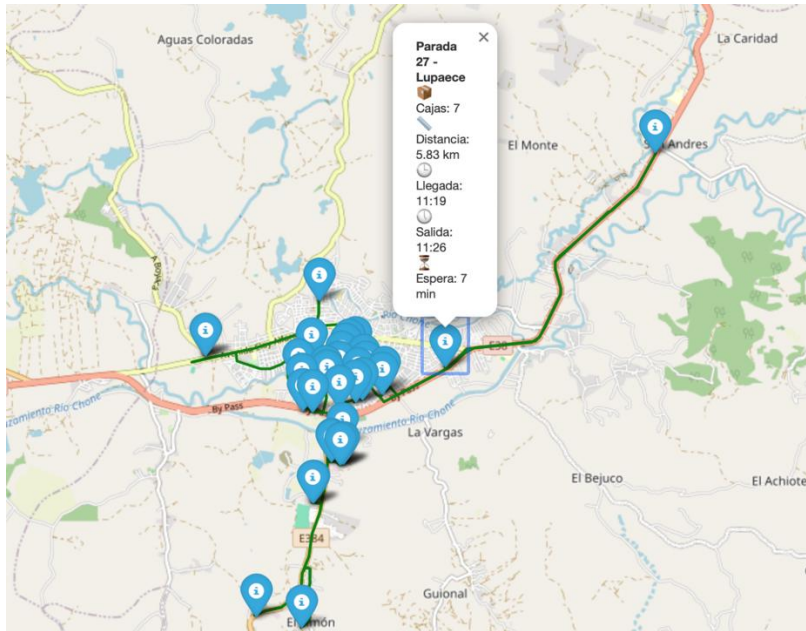
b) ERBA2734



c) MBF8981



d) EGSD7982



4.3.3 Estimación del ahorro de tiempo operativo

Para cuantificar la efectividad del rediseño de rutas logísticas en la empresa Transaliatis, se realizó una comparación técnica entre los tiempos estimados de operación antes y después de la implementación del modelo de optimización de rutas basado en OR-Tools (VRP). La comparación se centra únicamente en las rutas críticas, es decir, aquellas que en la planificación original presentaban jornadas de trabajo superiores a las 12 horas (marcadas en rojo), las cuales fueron objeto de optimización. Las rutas que no excedían dicho umbral y por tanto no fueron rediseñadas, conservan sus tiempos originales en la comparación. Esta metodología permite aislar y evaluar con precisión el impacto real de la intervención.

La estimación del tiempo antes de la optimización se realizó considerando la cantidad de clientes, volumen de cajas, hectolitros entregados y número de facturas, así como los tiempos promedio de carga, descarga, desplazamiento y atención por cliente. Los tiempos actuales provienen directamente del modelo de ruteo generado por OR-Tools con visualización en Folium y cálculos realizados con OSRM.

4.3.2.1. Día Lunes – ahorro de tiempo operativo

Las rutas críticas ERBA2746, ERBA2734, EGSS7860 y EGSD7982 experimentaron una significativa reducción en tiempo operativo gracias al rediseño, reduciendo jornadas que oscilaban entre 13 y 14 horas a menos de 7 horas. El ahorro total estimado para estas rutas el lunes fue de 28 horas con 42 minutos.

Tabla 38*Comparación de ahorro de tiempo operativo para día lunes*

Placa	Conductor	Clientes	Cajas	Hls	Tiempo antes estimado	Tiempo actual	Ahorro estimado
ERBA2746	Zambrano	40	584	28.31	13:30 h	06:37 h	06:53 h
ERBA2734	Zambrano RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	24	505	19.45	13:00 h	06:51 h	06:09 h
EGSS7860	Vera Castillo	30	400	25.09	12:30 h	04:16 h	08:14 h
EGSD7982	Zambrano	37	509	22.80	13:30 h	06:04 h	07:26 h
EMBF8981	Aguirre Quiroz Quimis	3	180	10.76	03:00 h	03:00 h	00:00 h
EBGB0109	Mejía Jama	2	619	46.32	14:00 h	14:00 h	00:00 h
Totales		136	2797	152.73	69:30 h	40:48 h	28:42 h

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de tiempo antes y después de optimización de rutas.

4.3.2.2. Día Martes – ahorro de tiempo operativo

El martes también reflejó un ahorro significativo, especialmente para EGSD7982 y EBGB0109. Sin embargo, las rutas ERBA2734 y EGSS7860 no fueron optimizadas, manteniéndose sus tiempos originales. El ahorro global fue de 18 horas y 15 minutos.

Tabla 39*Comparación de ahorro de tiempo operativo para día martes*

Placa	Conductor	Clientes	Cajas	Hls	Tiempo antes estimado	Tiempo actual	Ahorro estimado
ERBA2746	Zambrano	22	556	27.2	13:00 h	09:20 h	03:40 h
ERBA2734	Zambrano RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	35	970	48.27	15:00 h	15:00 h	00:00 h
EGSS7860	Vera Castillo	41	678	29.41	13:30 h	13:30 h	00:00 h
EGSD7982	Zambrano	27	535	21.08	13:30 h	06:36 h	06:54 h
EBGB0109	Aguirre Mejía Jama	18	548	32.24	13:00 h	05:19 h	07:41 h
Totales		146	3392	163.44	68:00 h	49:45 h	18:15 h

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de tiempo antes y después de optimización de rutas.

4.3.2.3. Día Miércoles – ahorro de tiempo operativo

Este día destaca por haber intervenido todas las rutas críticas, logrando una redistribución exitosa del trabajo. Las jornadas reducidas mejoran la eficiencia y la seguridad laboral, con un ahorro total de más de 21 horas.

Tabla 40*Comparación de ahorro de tiempo operativo para día miércoles*

Placa	Conductor	Clientes	Cajas	Hls	Tiempo antes estimado	Tiempo actual	Ahorro estimado
ERCG0938	Moreira Mieles	24	1121	47.86	15:30 h	09:21 h	06:09 h
ERBA2734	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	35	679	32.15	13:30 h	08:55 h	04:35 h
EGSD7982	Zambrano Aguirre	33	626	32.81	13:30 h	06:31 h	06:59 h
EBGB0109	Mejía Jama	41	710	36.05	14:00 h	09:52 h	04:08 h
Totales		133	3136	148.87	56:30 h	34:39 h	21:51 h

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de tiempo antes y después de optimización de rutas.

4.3.2.4. Día Jueves – ahorro de tiempo operativo

El jueves mostró la mayor mejora total de toda la semana, con un ahorro de casi 27 horas. Las rutas ERBA2746, ERBA2734, EMBF8981 y EGSD7982, que antes acumulaban jornadas excesivas, ahora están dentro de parámetros saludables. Las unidades no optimizadas mantuvieron su planificación, permitiendo una comparación objetiva.

Tabla 41*Comparación de ahorro de tiempo operativo para día jueves*

Placa	Conductor	Clientes	Cajas	Hls	Tiempo antes estimado	Tiempo actual	Ahorro estimado
ERBA2746	Zambrano	49	813	40.46	15:00 h	07:37 h	07:23 h
ERBA2734	RUIZ VELEZ LUIS EDUARDO	26	529	31.11	13:30 h	08:38 h	04:52 h
EMBF8981	Quiroz Quimis	39	704	28.39	13:00 h	07:02 h	05:58 h
EGSD7982	Zambrano Aguirre	33	838	47.43	14:30 h	05:47 h	08:43 h
ERGG0938	Moreira Mieles	1	1008	70.76	15:30 h	15:30 h	00:00 h
EMBF8980	Romero Medina	3	1398	99.60	13:30 h	13:30 h	00:00 h
Totales		194	6142	359.43	85:00 h	58:04 h	26:56 h

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de tiempo antes y después de optimización de rutas.

4.3.4 Balance de carga y eficiencia por conductor

La correcta distribución de carga entre los conductores en una operación logística no solo permite optimizar recursos y tiempos, sino que también es fundamental para preservar la salud ocupacional del personal y garantizar la sostenibilidad operativa. Antes del rediseño, se identificaron conductores con jornadas laborales superiores a las 13 o 14 horas diarias, especialmente en las rutas señaladas en rojo. Esta situación evidenciaba una

sobrecarga recurrente y una planificación deficiente que generaba desequilibrio operativo, riesgo de fatiga, errores y disminución en la calidad del servicio. Con el rediseño de rutas aplicado mediante OR-Tools, se logró redistribuir adecuadamente la carga semanal, tanto en número de clientes como en cajas entregadas y tiempo efectivo de trabajo, priorizando la equidad y la eficiencia.

A continuación, se presenta una tabla técnica que resume el balance semanal por conductor luego de la implementación del nuevo diseño, considerando las jornadas de lunes a jueves:

Tabla 42

Balance de carga semanal por conductor

Conductor	Unidad	Total clientes	Total cajas	Horas totales (hh:mm)	Promedio diario (hh:mm)	Días asignados
Zambrano	ERBA2746	151	2.536	39:04	09:46	4
Zambrano						
Ruiz Vélez	ERBA2734	110	2.212	38:34	09:38	4
Luis Eduardo Zambrano	EGSD7982	131	2.482	24:58	06:14	4
Aguirre Ángel						
Mejía Jama	EBGB0109	61	1.258	15:11	07:35	2
Carlos						
Quiroz Quimis	EMBF8981	39	704	07:02	07:02	1
Vera Castillo	EGSS7860	30	400	04:16	04:16	1

Nota. Elaboración propia con base en simulación de ruta optimizada. Incluye detalles de balance de carga semanal por conductor.

Como se observa, el rediseño de rutas ha hecho que la carga de trabajo se reparta mejor entre los conductores. Zambrano Zambrano (ERBA2746) y Ruiz Vélez (ERBA2734), que en el diseño anterior tenían mucha carga con jornadas de hasta 15 horas, ahora tienen promedios diarios de entre 9 horas con 38 y 46 minutos respectivamente. Aunque siguen siendo los que más tienen trabajo, la cantidad está dentro de un rango sano y sigue las reglas laborales.

En el caso de Zambrano Aguirre (EGSD7982), uno de los más sobrecargados en el esquema anterior, se ha logrado una importante reducción en su tiempo total semanal, con un promedio diario de solo 6 horas y 14 minutos, manteniendo una alta productividad. Este resultado muestra una mejor redistribución que disminuye la presión sobre esta unidad y hace que el servicio esté mejor.

Otros choferes, como Mejía Jama, Quiroz Quimis y Vera Castillo, fueron mantenidos en rutas sin cambios sustanciales porque su carga ya estaba dentro de niveles

adecuados. El tiempo semanal de estos conductores va entre 4 y 15 horas, que deja su posibilidad para trabajos futuros o cobertura ante imprevistos.

En conjunto, estos resultados demuestran que el nuevo diseño de rutas no solo logró disminuir el tiempo operativo en más de 9 horas semanales, sino que también permitió nivelar la carga entre los principales actores logísticos, lo que reduce el riesgo de errores, incrementa la satisfacción del trabajador y mejora la eficiencia general del sistema de transporte de la empresa Transaliatis.

4.4 Discusión de resultados.

Los datos muestran que hay mejoras grandes en como se usa el tiempo, el equilibrio de trabajo y las condiciones de trabajo desde que se realizó el nuevo plan de rutas en la empresa Transaliatis. Inicialmente, el diagnóstico reveló una situación crítica: el 75% de la flota operaba con jornadas superiores a las 12 horas, destacándose unidades como ERBA2746, EGSD7982 y ERBA2734, que atendían hasta 49 clientes en un solo día, entregando más de 800 cajas, sin asistencia de doble conductor y con jornadas estimadas de entre 13 y 16 horas. Esto ponía en peligro la salud y seguridad de los conductores y también mostraba gran falta de equidad en las operaciones y riesgo para todo el sistema logístico.

Usando el modelo VRP (Problema de Ruta de Vehículos), con ayuda de herramientas como OR-Tools, OSRM y Folium, se logró un nuevo plan de rutas más equilibrado, con resultados concretos y medibles: se redujeron más de 90 horas semanales acumuladas en tiempo operativo, se eliminaron recargues innecesarios y todas las rutas se ajustaron a jornadas inferiores a 7 horas. La unidad EGSD7982 por ejemplo pasó de trabajar más de 13 horas a completar su viaje en solo 6 horas y 4 minutos, sin disminuir la cantidad de clientes atendidos ni las cajas entregadas.

Estos hallazgos guardan similitud con lo planteado por Zapata et al., (2020), quienes demostraron que la aplicación de modelos de optimización puede reducir significativamente los costos logísticos y mejorar la distribución de tareas. Aunque el presente estudio no cuantifica de forma directa el ahorro económico, la reducción de tiempos operativos y la redistribución más equitativa del trabajo apuntan a beneficios implícitos en términos de productividad y sostenibilidad financiera. La coincidencia con Zapata et al., (2020) se explica porque ambos estudios aplican un VRP con flota

heterogénea y priorizan minimizar horas-camión; sin embargo, Transaliatis presenta volúmenes de “productos moderados” más altos por parada que la paquetería urbana analizada por Zapata, lo que exigió ajustar la función objetivo para balancear *peso* además de *distancia*.

En relación con los hallazgos de Calle (2020), quien destaca que la falta de capacitación del personal logístico y la ausencia de planificación técnica inciden negativamente en los resultados de distribución, este estudio refuerza la importancia del conocimiento técnico aplicado a la programación de rutas. El hecho de que antes se hayan dado áreas repetitivas a los mismos conductores sin cambio ni descanso programado y sin un orden lógico de paradas, muestra una falta de estructura organizativa. Después del rediseño, las rutas se cambiaron no solo en tiempo, sino también en sentido geográfico y repartir la carga mejor lo que dio a una mejora tanto en tiempos como en estado físico al hacerlas.

Por otro lado, hay una coincidencia notable en el énfasis sobre la capacidad de adaptación, al comparar los hallazgos con el estudio de Rojas et al., (2020), quienes resaltan que la falta de medidas, planeamiento estratégico y uso de tecnología aumenta la duda y baja la efectividad. En Transaliatis, el comienzo mostraba falta de indicadores en logística y un manejo manual del proceso de rutas. La implementación de tecnologías de optimización representa un salto cualitativo hacia una logística resiliente, que no solo responde a la demanda, sino que anticipa problemas, planifica mejor y reduce riesgos laborales.

Además, Porras (2020) dice que un buen plan de logística no solo quiere más recursos, sino cuidar a quienes hacen el trabajo. La mejora lograda en Transaliatis no solo equilibró la distribución de cajas y clientes por camión, sino que promovió jornadas humanas, pausas razonables y condiciones más seguras, lo cual también influye positivamente en la motivación del personal, la disminución del ausentismo por fatiga acumulada y la percepción institucional.

Finalmente, el estudio de Medina (2022) sobre eficiencia en rutas y costos muestra que muchas empresas todavía no saben el impacto del diseño de rutas en el servicio al cliente y la salud laboral. En este sentido, esta investigación no solo midió mejoras en tiempo, sino que también observó el impacto en la calidad de vida del conductor, con lo que se ajusta a tendencias actuales de logística sostenible y humanizada. El rediseño

ayudó a entregar más productos (como es el caso del jueves con 6.142 cajas), atender más clientes (hasta 194) y mantener todas las unidades dentro de jornadas legales, sin comprometer la eficiencia.

Aunque los hallazgos son sólidos para el caso Transaliatis, conviene reconocer tres restricciones: **(i)** *tamaño de muestra* (26 participantes); al centrarse solo en el personal de distribución, los resultados no capturan visiones de clientes o proveedores externos; **(ii)** *periodo de observación* (cuatro jornadas operativas), lo cual impide medir estacionalidades o variaciones de demanda; y **(iii)** *alcance contextual*, ya que la propuesta se diseñó para la infraestructura y geografía de Chone y no se generaliza automáticamente a otras empresas o ciudades con redes viales, volúmenes y regulaciones distintas. Estas limitaciones podrían haber sub- o sobre-estimado los beneficios de tiempo y equilibrado de carga; por ello se recomienda validar el modelo con muestras más amplias y periodos más largos antes de transferirlo a otros entornos logísticos.

CONCLUSIONES

El proceso diagnóstico realizado permitió observar que existe una planificación ineficiente en la distribución de rutas dentro de la empresa, debido a una recarga operativa y jornadas laborales que superaban las 12 horas diarias, puesto que, en los días lunes, martes y miércoles, unidades como ERBA2746, ERBA2734 y EGSD7982 realizaban procesos que llevaban entre 22 y 41 entregas por día lo que provocaba una duración del trabajo de hasta 14 horas continuas afectando de manera directa la eficiencia operativa y la salud operacional del personal. Del mismo modo, la falta de una planificación adecuada provocó una repetición de asignación de zonas a los mismos conductores sin rotación lo que afecta su motivación y les provoca fatiga generando problemas en relación con el rendimiento operativo. De igual manera, se debe destacar que el análisis cualitativo confirmó una falta de herramientas tecnológicas en la planificación diaria.

La revisión de la eficiencia operativa en la empresa Transaliatis muestra un grande desequilibrio en la planificación de rutas y la distribución del trabajo logístico, con un total de 33 viajes durante los cuatro días analizados (lunes a jueves), alcanzando un pico de 6.142 cajas y 194 clientes el día jueves, lo que implicó una ocupación de camiones del 87,8%. Aunque se hicieron los envíos planeados, tres cuartas partes de la flota usó más de 12 horas al día. También, el 69% de estas jornadas se hicieron con mucha carga, sin ayuda y atendiendo a más de 35 clientes por día. Las unidades ERBA2746, ERBA2734 y EGSD7982 estuvieron demasiado ocupadas toda la semana, apareciendo en rojo por sus cargas pesadas y tiempos de trabajo. Otras como EMBF8981 y EBGB0109 tuvieron problemas parecidos en ciertos momentos. Este escenario fue verificado mediante una ficha de observación que reveló ineficiencia estructural, inequidad de rutas, fatiga acumulada y ausencia de medidas preventivas, afectando tanto la sostenibilidad del servicio como la salud del personal. Además, se hizo un estudio de riesgos en el trabajo bajo los estándares ISO 31000 y E-CRO, el cual mostró que el índice promedio de riesgo estuvo en 19.16 puntos lo cual indica un nivel “Muy Alto” que necesita acción rápida.

La implementación del plan de mejora en la gestión del transporte mediante la optimización de rutas a través del modelo VRP (Vehicle Routing Problem) con herramientas como OR-Tools, OSRM y Folium representó un avance sustancial en la eficiencia operativa de la empresa Transaliatis. El rediseño permitió cambiar un método logístico con tiempos muy largos, recargues y reparto desigual del trabajo a un sistema más igualado, efectivo y amable. Se pudo bajar los tiempos de trabajo en más de 90 horas

acumuladas durante la semana. Además, se eliminaron horas que sobrepasaban las 13 y 14 horas diarias, y así se aseguró que todas las rutas importantes sean realizadas bajo condiciones buenas para trabajos. Además, se logró un balance efectivo en la carga de trabajo por conductor, con repartos más justos y eficiente, esta mejora no solo redujo los costos de operar y el riesgo de tener accidentes, sino que también subió la calidad del servicio e hizo fuerte el sistema logístico sentando un ejemplo para futuras estrategias de mejora continua dentro de la empresa.

RECOMENDACIONES

- Institucionalizar el uso de modelos de optimización como el VRP, apoyados en herramientas como OR-Tools, OSRM y Folium, para la programación diaria de rutas. Esta acción permitirá mantener un control automatizado y eficiente sobre tiempos, distancias y cargas asignadas, evitando sobrecargas operativas y garantizando un sistema equitativo y sostenible a largo plazo.
- Implementar una planificación semanal con rotación de zonas y horarios, a fin de evitar la repetición de asignaciones en las mismas áreas y mitigar la fatiga acumulada. Esta planificación debe contemplar variables como volumen de carga, número de entregas y tiempo estimado por trayecto, asegurando una distribución justa del esfuerzo físico y reduciendo el riesgo de incidentes por agotamiento laboral.
- Diseñar un sistema de monitoreo continuo, basado en los resultados del análisis de riesgos (ISO 31000 y E-CRO), que incluya fichas de observación, control de tiempos reales vía GPS y encuestas periódicas de bienestar al personal. Este sistema permitirá prevenir jornadas excesivas, identificar signos tempranos de fatiga y fomentar condiciones laborales seguras, contribuyendo a la mejora continua del servicio y al cuidado del recurso humano.
- Explorar en futuras investigaciones el impacto económico directo de la implementación del modelo de optimización, midiendo indicadores como ahorro en combustible, reducción de costos laborales y nivel de satisfacción del cliente. Además, se sugiere ampliar el alcance del estudio a otras empresas o ciudades para evaluar la aplicabilidad del modelo en contextos logísticos distintos.

BIBLIOGRAFÍA

- Adolfo, B. (2017). *La Paradoja de la Eficiencia Operativa*. Perú: Área Académica de Administración, UPC .
- Alonso, J., Nieto, C., & Ruíz, M. (2013). Measuring subjective resilience despite adversity due to family, peers and teachers. *The Spanish Journal of Psychology*, 16(E19).
- Álvarez, J., & Midolo, W. (2017). *Manual operativo del sistema de abastecimientos y control patrimonial*. Instituto Pacifico Editores.
- Anaya, J. (2017). *La Logística Integral. La Gestión Operativa de la Empresa*. España: ESIC Editorial.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial Suplemento 449 de 20 de octubre de 2008*.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI)*. Registro Oficial Suplemento 351 de 29 de diciembre de 2010.
- Barrios, K., Contreras, J., & Olivero, E. (2019). La gestión por procesos en las Pymes de Barranquilla: Factor Diferenciador de la Competitividad Organizacional. *Información tecnológica*, 30(2), 103-114.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahrour, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International journal of production research*, 57, 4719-4742.
- Benassini, M., & Razo, C. (1998). *Como elaborar y asesorar una tesis*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Boada, F., & Pesántez, A. (2023). *Elaboración de un protocolo para el uso eficiente de la energía en el transporte pesado de carga por carretera en el Ecuador y su impacto en las emisiones de CO2*. EPN.

- Calle, G. S. (2020). *Control de procesos para la gestión logística en una empresa de distribución*. Surquillo, Lima, Perú: Universidad Norbert Wiener. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/4107>
- Campos, A., Moreno, C., & Thiessen, T. (2019). *Resiliencia en la cadena de suministros*. Universidad de Lima.
- Castellanos Ramírez, A. (2021). *Logística comercial internacional*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Castillo, S. (2023). *Logística 4.0: Innovación y eficiencia en la cadena de suministro*. Quito - Ecuador: Doxa Edition.
- Cedeño, D., & Millares, L. (2020). La gestión del proceso de transporte de carga para las empresas transportistas. *Ciencias Holguín*, 26(1). <https://www.redalyc.org/journal/1815/181562407004/181562407004.pdf>
- Cruz, G., Larrosa, J., & Segundo, S. (2020). Innovación y aplicaciones técnico - tecnológicas. *Revista de formación formativa*. <https://ojs.formacion.edu.ec/index.php/rei/article/view/v2.n1.a7>
- Daneshvar, M., & Gargeya, V. (2019). Information systems for supply chain management: a systematic literature analysis. *International Journal of Production Research*, 15-16.
- Díaz Narváez, V. P. (2006). *Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos, odontólogos y estudiantes de ciencias de la salud*. Santiago de Chile: El Cid Editor Incorporated.
- Figuroa, A. (2022). *Enfoque sistemático para la evaluación de la resiliencia en rutas de transporte por carretera, que involucran interrupciones naturales y humanas*. Instituto mexicano de transporte.
- García, L. A. (2012). *Gestión Logística Integral. Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Bogota, Colombia: ECOE EDICIONES.

- Jara, D. M., & Gutierrez, B. P. (2019). *Gestión de logística para mejorar la eficiencia de los procesos de distribución en una empresa farmacéutica*. Lima, Lima, Perú: UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50288>
- Jaramillo, S. A., & Delgado, J. A. (2019). *Planeación estratégica y su aporte al desarrollo empresarial*. (U. I. Ecuador, Ed.) Quito, Ecuador. <http://espirituemprededortes.com/index.php/revista/article/view/127>
- Kwak, D., Seo, Y., & Mason, R. (2018). Investigating the relationship between supply chain innovation, risk management capabilities and competitive advantage in global supply chains. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(1), 2-21.
- Leal Arana, E., & Quispe, C. (2018). *Gestión por procesos para mejorar la eficiencia operativa del Centro Odontológico Dento Stetic Cajamarca*. Universidad Cesar Vallejo.
- López, R. (2008). *Logística comercial*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Magaña, K. N., Prats, G. M., & Álvarez, A. D. (2021). LA IMPORTANCIA DEL CONTROL INTERNO EN EL ÁREA DE INGRESOS DE UNA EMPRESA COMERCIAL. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia*. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/129/1292439002/index.html>
- Marco, J. A. (2022). *Logística 5.0 Transporta tu logística al mundo digital*. Madrid: EDITORIAL ALMUZARA.
- Mas Moscardó, C. (2015). *Planificación de rutas y operaciones de transporte por carretera*. Editorial Elearning, S.L.
- Mazo Robles, S. (2021). *Optimización del proceso de fabricación de carrocerías mediante la automatización del ensamble de piso trasero*. Universidad Iberoamericana Puebla.
- Medina, M. (2022). *Propuesta de mejora en los procesos logísticos de transporte para pymes de cadena de frío en Medellín*. UNIVERSIDAD EIA.

- Miranda, W. (2021). *Gestión por procesos para incrementar la productividad en la empresa Zetta Comunicadores–Sede Lurín*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Namakforoosh, M. N. (2000). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de Mexico: Limusa.
- Navarro, O. (2021). *Implementación de la torre de control para la administración de riesgos operativos en empresas de transporte terrestre de carga en Colombia*. (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
- Othman, R., & Voon, W. (2018). Logistics Performance Analysis and Improvement: A Case Study of a Building Materials Company. *Global Business & Management Research, 10*(1).
- Pinheiro de Lima, O., Breval Santiago, S., Rodriguez, C., & Follormann, N. (2017). Una Nueva Definición de la Logística Interna y Forma de Evaluar la Misma. *Ingeniare, 25*(2), 264-276. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v25n2/0718-3305-ingeniare-25-02-00264.pdf>
- Ponomarov, S., & Holcomb, M. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The international journal of logistics management, 20*(1), 124-143.
- Porras, N. (2020). *Plan de mejora del proceso logístico de distribución en la Empresa Corpora La Regional SRL Huancayo-Junín-2020*. Universidad Continental.
- Quintero, E. (2022). *Resiliencia en el transporte de carga: revisión de conceptos e identificación de modelos*. Laboratorio Nacional Conacyt de Sistemas de Transporte y Logística.
- Revilla Jaimes, L. (2023). *Efectos de la Pandemia por Covid 19 Sobre la Planeación Estratégica de las Cadenas de Suministro Resilientes*. Bucaramanga: Universidad de Santander.
<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/96ce956a-e9de-44c2-96fc-16907ae4ce69/content>
- Rojas, C., Niebles, W., & Pacheco, C. (2020). Calidad de servicio como elemento clave de la responsabilidad social en pequeñas y medianas empresas. *Información tecnológica, 31*(4), 221-232.

- ROMERO CUENCA, C. (2022). “EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA INVERSIONES JM & JP S.A.C.”. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Ruano, B. (2024). *Gestión logística y canal de distribución en el transporte de tableros aglomerados*. UPEC.
- Sarmiento, A. (2017). *Canales de distribución logístico-comerciales*. Ediciones de la U.
- Serna, L., & Calderón, M. (2012). Canales de distribución y estrategias de comercialización para la flor colombiana en los Estados Unidos: un marco conceptual. *estudios gerenciales*, 28(124), 191-228.
- Vargas, R. K., & Rosas, G. I. (2023). *La gestión de la cadena de suministro bajo un enfoque de resiliencia*. Perú: PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/25080/HID_ALGO_ROSAS_ALVAREZ_VARGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vera, J. L. (2019). *Modelo logístico para optimizar la eficiencia en la gestión logística*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica Santiago de Guayaquil. T-UCSG-PRE-ECO-GES-576.pdf
- Villafuerte, J., Bello, J., Pacheco, E., & Zavala, A. (2023). ANSIEDAD Y RESILIENCIA LABORAL EN LA ACREDITACIÓN DE DOCENTES DE INGLÉS. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 27(1).
- Villasana, M., Alonso, J., & Ruiz, M. (2017). Procesos de afrontamiento y factores de personalidad como predictores de la resiliencia en adolescentes: validación de un modelo estructural. *Revista de psicodidáctica*, 22(2), 2017.
- Zapata, E. S. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación en la actividad investigativa. *Revista Educación*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9141207>
- Zapata, J., Veléz, Á., & Arango, M. (2020). *Mejora del proceso de distribución en una empresa de transporte* (Vol. 49). Ciudad de Mexico: Scielo. <https://doi.org/https://doi.org/10.35426/iav49n126.08>

Zhu, L. (2020). Supply chain product quality control strategy in three types of distribution channels. *PloS one*, 15(4), e0231699.

ANEXOS

Anexo 1

Aval de traducción

Tulcán, 3 de octubre de 2025

AVAL DE TRADUCCIÓN

Yo, **Iván Mateo Mina Vásquez**, con cédula de ciudadanía **0401733G85**, docente del idioma inglés como lengua extranjera, con número de registro **1031-2024-2G67588** en la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, declaro que después de revisar y hacer observaciones a la traducción del “Abstract” del trabajo: “Gestión del transporte de productos moderados y su eficiencia operativa en la empresa de Transaliatis”, mismo que pertenece a **Ivonne Janeixy Palacios Palacios**, con cédula **1314687201**. Se expide este certificado validando el “Abstract” del trabajo mencionado para los fines que los interesados estimen conveniente.

 Firmado electrónicamente por:
**IVAN MATEO MINA
VASQUEZ**
Validar únicamente con FirmaSC
Lic. Iván Mateo Mina Vásquez

Contacto:0963262467

Anexo 2

Código VRP

```
import folium
import pandas as pd
from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
from ortools.constraint_solver import pywrapcp
from polyline import decode
from datetime import datetime, timedelta

# Coordenadas del depósito
depot = (-0.6993899,-80.1176624)

# Lista de coordenadas de las paradas, cantidad de cajas y nombres de clientes
stops = [
    (-0.6321383, -80.3608817, 5, "Billar 2 Hermanos"),
    (-0.7045711, -80.1663516, 7, "Billar Salon de la Juventud"),
    (-0.3784918, -80.1839432, 350, "Bodega Zharick"),
    (-0.70427, -80.167244, 5, "Comercial Mendoza"),
    (-0.70135249498, -80.156562371417, 5, "Comercial SALTITO"),
    (-0.7667493, -80.214073, 33, "El Bodegn"),
    (-0.675771, -80.2524, 5, "El Paisa"),
    (-0.731119, -80.1817, 10, "Kiosko Dimas"),
    (-0.76953, -80.22113, 20, "Kiosko Jorge Sornoza"),
    (-0.4616801, -80.3196775, 6, "Kiosko Otita Zambrano Vaca"),
    (-0.378194, -80.1834, 11, "Los Puchis"),
    (-0.685495, -80.2502, 16, "Mi Madrina"),
    (-0.7057187, -80.1592923, 20, "Multi Comercio Gallardo"),
    (-0.3763083, -80.1847167, 40, "Night clubs casa blanca"),
    (-0.36580833, -80.2676773, 60, "Punto Fro Pedregal"),
    (-0.703601850259, -80.150944980041, 5, "Restaurant El Chaval"),
    (-0.7048907, -80.1652977, 5, "Salon De Billas Juventud"),
    (-0.7020331, -80.1849622, 4, "Sophia"),
    (-0.838242, -80.175448, 8, "Tienda Alejandra"),
    (-0.6342377, -80.36029, 9, "Tienda Delipan"),
    (-0.756966, -80.2295, 12, "Tienda Rianna"),
    (-0.766465, -80.1691232, 9, "Tienda San Carlos"),
    (-0.6220251, -80.383257, 7, "Tienda Santa Rita"),
    (-0.3808103, -80.1894017, 7, "Tienda Siempre Aventurero"),
    (-0.9156333, -80.0846852, 16, "Tienda Zambrano"),
    (-0.669871469267, -80.250627547502, 7, "balanceado Mc"),
    (-0.489331905388, -80.07258888334, 29, "la parada"),
    (-0.378860268315, -80.187260024249, 1, "taller de motos Pedro Adrian"),
]

# Configuración inicial
start_time = datetime.strptime("07:00", "%H:%M") # Hora de inicio a las 7:00 am
average_speed_kmh = 40 # Suponiendo una velocidad promedio de 40 km/h

# Función para determinar el tiempo de espera según la cantidad de cajas
def calculate_wait_time(boxes):
```

```

if boxes == 0:
    return timedelta(minutes=0)
elif 1 <= boxes <= 5:
    return timedelta(minutes=3)
elif 6 <= boxes <= 15:
    return timedelta(minutes=6)
elif 16 <= boxes <= 25:
    return timedelta(minutes=10)
elif 26 <= boxes <= 50:
    return timedelta(minutes=20)
elif 51 <= boxes <= 90:
    return timedelta(minutes=25)
elif 91 <= boxes <= 250:
    return timedelta(minutes=40)
elif 251 <= boxes <= 599:
    return timedelta(minutes=60)
elif 600 <= boxes <= 1000:
    return timedelta(minutes=90)
else:
    return timedelta(minutes=120)

# Calcular la matriz de distancia entre los puntos usando OSRM
def get_distance_matrix(locations):
    distance_matrix = []
    for i, origin in enumerate(locations):
        row = []
        for j, destination in enumerate(locations):
            if i == j:
                row.append(0)
            else:
                url =
f"http://localhost:5000/route/v1/driving/{origin[1]},{origin[0]};{destination[1]},{destin
ation[0]}?overview=false"
                response = requests.get(url)
                data = response.json()
                distance = data['routes'][0]['distance']
                row.append(distance)
        distance_matrix.append(row)
    return distance_matrix

# Configuración de los datos para OR-Tools
def create_data_model():
    locations = [depot] + [(stop[0], stop[1]) for stop in stops] # Incluye el depósito en la
lista de ubicaciones
    distance_matrix = get_distance_matrix(locations)
    data = {
        'distance_matrix': distance_matrix,
        'num_vehicles': 1, # Número de vehículos
        'depot': 0
    }
    return data

```

```

# Resolver el VRP
def solve_vrp():
    data = create_data_model()
    manager = pywrapcp.RoutingIndexManager(len(data['distance_matrix']),
data['num_vehicles'], data['depot'])
    routing = pywrapcp.RoutingModel(manager)

    def distance_callback(from_index, to_index):
        from_node = manager.IndexToNode(from_index)
        to_node = manager.IndexToNode(to_index)
        return int(data['distance_matrix'][from_node][to_node])

    transit_callback_index = routing.RegisterTransitCallback(distance_callback)
    routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)

    search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
    search_parameters.first_solution_strategy =
routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PATH_CHEAPEST_ARC

    solution = routing.SolveWithParameters(search_parameters)

    if solution:
        return get_routes(solution, routing, manager)
    else:
        print("No se encontró solución")
        return None

# Obtener las rutas
def get_routes(solution, routing, manager):
    routes = []
    for vehicle_id in range(data['num_vehicles']):
        index = routing.Start(vehicle_id)
        route = []
        while not routing.IsEnd(index):
            node_index = manager.IndexToNode(index)
            route.append(node_index)
            index = solution.Value(routing.NextVar(index))
        route.append(manager.IndexToNode(index)) # Añadir el retorno al depósito
        routes.append(route)
    return routes

# Dibujar la ruta en un mapa y añadir información de tiempo y distancia
def draw_route_on_map(route, locations):
    m = folium.Map(location=depot, zoom_start=12)
    current_time = start_time
    total_distance = 0
    records = []

    # Añadir el marcador del depósito con un icono especial
    folium.Marker(

```

```

location=depot,
tooltip="Depósito",
popup="Depósito (Punto de Inicio/Fin)",
icon=folium.Icon(color="green", icon="home")
).add_to(m)

for i in range(len(route) - 1):
    start_location = locations[route[i]]
    end_location = locations[route[i + 1]]

    # Calcular la cantidad de cajas en la parada
    boxes = stops[route[i] - 1][2] if route[i] > 0 else 0 # Evitar el depósito
    client_name = stops[route[i] - 1][3] if route[i] > 0 else "Depósito"
    wait_time = calculate_wait_time(boxes)

    # Calcular la distancia entre los puntos
    url =
f"http://localhost:5000/route/v1/driving/{start_location[1]},{start_location[0]};{end_location[1]},{end_location[0]}?overview=full&geometries=polyline"
    response = requests.get(url)
    data = response.json()
    route_geometry = data['routes'][0]['geometry']
    distance = data['routes'][0]['distance'] / 1000 # Convertir metros a km
    total_distance += distance

    # Calcular el tiempo de viaje en función de la distancia y la velocidad promedio
    travel_time = timedelta(hours=distance / average_speed_kmh)

    # Registrar información de la parada
    current_time += travel_time # Sumar el tiempo de viaje antes de la llegada
    arrival_time = current_time
    current_time += wait_time # Sumar tiempo de espera después de la llegada
    departure_time = current_time
    records.append({
        "Parada": route[i],
        "Nombre Cliente": client_name,
        "Llegada": arrival_time.strftime("%H:%M"),
        "Salida": departure_time.strftime("%H:%M"),
        "Distancia (km)": round(distance, 2),
        "Cajas": boxes,
        "Tiempo de Espera (min)": wait_time.total_seconds() / 60
    })

    # Dibujar la ruta en el mapa con un color para las líneas
    folium.PolyLine(locations=decode(route_geometry), color="green",
weight=2.5).add_to(m)

    # Añadir un marcador para cada parada
    popup_text = f"Parada {route[i]}<br>Cliente: {client_name}<br>Distancia:
{round(distance, 2)} km<br>Llegada: {arrival_time.strftime('%H:%M')}<br>Salida:
{departure_time.strftime('%H:%M')}"

```

```

folium.Marker(
    location=(start_location[0], start_location[1]),
    tooltip=f"Parada {i + 1}",
    popup=popup_text,
    icon=folium.Icon(color="blue", icon="info-sign")
).add_to(m)

# Agregar la última parada (el depósito final)
final_depot_location = locations[route[-1]]
final_distance = total_distance # Distancia acumulada total
final_travel_time = timedelta(hours=final_distance / average_speed_kmh)
current_time += final_travel_time

records.append({
    "Parada": route[-1],
    "Nombre Cliente": "Depósito (Final)",
    "Llegada": current_time.strftime("%H:%M"),
    "Salida": "-", # No hay salida porque es el destino final
    "Distancia (km)": 0,
    "Cajas": 0,
    "Tiempo de Espera (min)": 0
})

# Guardar el mapa y los datos
m.save("ruta_vrp.html")
df = pd.DataFrame(records)
df.to_excel("ruta_vrp_info.xlsx", index=False)
print("Información guardada en ruta_vrp_info.xlsx y ruta_vrp.html")

# Ejecutar el cálculo de ruta
data = create_data_model()
routes = solve_vrp()
if routes:
    draw_route_on_map(routes[0], [depot] + [(stop[0], stop[1]) for stop in stops])

```

