



UNIVERSIDAD
Finis Terrae

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

**REDUCCIÓN DE COSTOS LOGÍSTICOS PARA ALIFRUT S.A
MEJORANDO LA EFICIENCIA DE LA ULTIMA MILLA**

ROBIN PABLO ABARCA PUENTE

Trabajo de título presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Finis Terrae, para
optar al Título de Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía: María José Naranjo De Lucca

Santiago, Chile

2025

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma, me acompañaron en este largo camino.

En primer lugar, agradezco a mi familia por su apoyo incondicional día a día en este proceso, en especial a mi madre Paula Puente Muñoz por su motivación a lo largo de todos estos años, sin el aliento y confianza de ellos, este logro no habría sido posible.

Expreso mi profundo agradecimiento a la empresa Alifrut S.A, especialmente al Sr. Mariano Galdames Torres jefe de planificación y distribución, por la oportunidad de llevar a cabo esta investigación y por su valioso tiempo, orientación y consejos que fueron fundamentales para la realización de este proyecto. Al equipo de distribución por su constante apoyo, así como la confianza depositada en mí para seguir avanzando hacia la etapa final de mi titulación.

A cada uno de los profesores de Ingeniería civil industrial, por su contribución en mi formación académica y pasión con la que han compartido sus conocimientos conmigo, en especial a mi profesora guía María José Naranjo por su tiempo dedicado a la revisión de este trabajo y por su confianza en este proyecto.

Cada persona mencionada anteriormente ha dejado una marca imborrable en este trayecto, y su contribución ha sido esencial para alcanzar los logros que hoy celebro. Su generosidad y apoyo han sido un regalo invaluable, y estoy sinceramente agradecido por ello.

INDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCION.....	7
SITUACIÓN ACTUAL	7
SITUACIÓN PROBLEMA.....	7
SOLUCIÓN PROPUESTA	9
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	11
ESTADO DEL ARTE	12
MARCO TEÓRICO	14
TIPOS DE VEHICULOS UTILIZADOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS	15
CAMIONES 1000Kg a 1750Kg.....	15
CAMIONES 3000Kg a 3500Kg.....	16
CAMIONES 5000Kg	17
CAMIONES 10000Kg a 12000Kg.....	17
METODOLOGÍA.....	20
DESARROLLO.....	22
DESARROLLO OBJETIVO 1(Rstudio).....	22
DESARROLLO OBJETIVO 2 (OPTIMIZACION DE FLOTA).....	27
DESARROLLO OBJETIVO 3 (Polinomio)	32
DESARROLLO OBJETIVO 4 (TMS).....	44
RESULTADOS OBTENIDOS.....	49
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENADACIONES.....	51
ANEXOS	52
BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE TABLAS E ILUSTRACIONES

Figura 1:"camión 1750kg"	15
Figura 2 "camión 3500kg"	16
Figura 3 "camión 5000Kg"	17
Figura 4: "camión 10000Kg"	17
Figura 5“Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2023”	24
Figura 6“Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2024”	24
Figura 7: “Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2023”	25
Figura 8: “Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2024”	25
Figura 9: “Gráfico con la densidad de kg despachados en 2023”	26
Figura 10: “Gráfico con la densidad de kg despachados en 2024”	26
Figura 11: “Panel con datos del mes de enero”	30
Figura 12: “Panel con los datos correspondientes a la empresa TRANSPORTES ARIAS SPA”	31
Figura 13: “Extracto del código donde se cargan las librerías a utilizar”	45
Figura 14: “Código para generar el mapa en bruto”	46
Figura 15: “Mapa en bruto”	47
Figura 16: “Código mapa con clientes agrupados”	47
Figura 17: “Mapa con clientes agrupados”	48
Figura 18: “Clientes con coordenadas erróneas agrupados”	48
Tabla 1“Transacción ZSD0021”	23
Tabla 2: “hoja despacho de ruta 5 marzo del 2024”	28
Tabla 3: “Consolidado anual”	29
Tabla 4: “Transacción ZSD0021”	29
Tabla 5: “Extracto tabla de Km de distancia entre las comunas y el CD”	34
Tabla 6: “Km totales recorridos por cada transporte”	35
Tabla 7: “Menú desplegable y km totales recorridos por cada transporte”	35
Tabla 8: “Planilla costos fijos”	36
Tabla 9: “Valores diarios por km recorrido”	37
Tabla 10: “Valores de peajes y telepeajes asociados a cada ruta”	38
Tabla 11: “Costos variables”	38
Tabla 12: “Precio de ruta actual”	39
Tabla 13: “Calculo final del precio de ruta optimo”	39
Tabla 14: “Transacción t_LD”	40
Tabla 15: “t_LD con valores brutos, rentabilidad y totales óptimos”	41
Tabla 16: “t_LD con valores de segundas vueltas”	42
Tabla 17: “Mapa de calor”	42
Tabla 18: “Rutas con mayor diferencia y respectivo ahorro”	43
Tabla 19: “Transacción zsd0014 - coordenadas de la ubicación de los clientes”	45
Tabla 20: “ERR departamento logística”	49

RESUMEN

En un mundo con cada vez mejor conectividad, y con una creciente demanda de entregas rápidas, la eficiencia y eficacia de la logística de distribución se ha convertido en un factor determinante para el éxito de las empresas.

El presente proyecto de título se desarrolla en Alifrut S.A, una empresa dedicada a la producción y distribución de alimentos congelados, posicionada como un actor relevante en el sector de la industria alimenticia a nivel nacional. La compañía atiende principalmente a clientes del mercado mayorista y minorista, incluyendo grandes cadenas de supermercados, mercados de abasto, distribuidores y servicios de alimentación, lo que demanda una operación logística altamente eficiente para cumplir con los estándares de calidad y tiempos de entrega requeridos.

En este contexto, la empresa enfrenta desafíos significativos en su cadena de distribución, con un énfasis particular en el tramo correspondiente a la última milla, que representa el último proceso de la distribución. Este proceso es crucial debido a que concentra gran parte de los costos logísticos y tiene un impacto directo en la satisfacción del cliente.

Actualmente, aproximadamente el 60% del presupuesto de la empresa se destina al área de logística, lo que resalta la importancia de optimizar estos procesos. Por tanto, el presente proyecto se enfocó en analizar y proponer estrategias que permitan reducir los costos asociados a la distribución, sin comprometer la calidad del servicio ni la operación.

En el mundo de la logística, entender los costos logísticos es fundamental para la eficiencia y competitividad de cualquier empresa. El concepto de costos logísticos se refiere a todos aquellos gastos asociados con la gestión y el movimiento de mercancías desde el punto de origen hasta el destino final. Estos costos son esenciales porque impactan directamente en la rentabilidad y el servicio al cliente.

Palabras clave: costos logísticos, última milla, distribución, reducción de costos

ABSTRACT

In a world with increasingly better connectivity and a growing demand for fast deliveries, the efficiency and effectiveness of distribution logistics has become a determining factor for the success of companies.

This thesis is developed at Alifrut S.A, a company dedicated to the production and distribution of frozen foods, positioned as a relevant player in the food industry sector at a national level. The company mainly serves customers in the wholesale and retail market, including large supermarket chains, supply markets, distributors and food services, which demands a highly efficient logistics operation to meet the required quality standards and delivery times.

In this context, the company faces significant challenges in its distribution chain, with a particular emphasis on the last mile section, which represents the last process of distribution. This process is crucial because it concentrates a large part of the logistics costs and has a direct impact on customer satisfaction. In the world of logistics, understanding logistics costs is essential for the efficiency and competitiveness of any company. The concept of logistics costs refers to all those expenses associated with the management and movement of goods from the point of origin to the final destination. These costs are essential because they directly impact profitability and customer service.

Currently, approximately 60% of the company's budget is allocated to the logistics area, which highlights the importance of optimizing these processes. Therefore, this project focused on analyzing and proposing strategies that allow reducing the costs associated with distribution, without compromising the quality of service or operation.

INTRODUCCION

SITUACIÓN ACTUAL

Durante el último año, la empresa ha enfrentado un incremento significativo de sus costos fijos debido a diversos factores.

Uno de los más relevantes ha sido el aumento sostenido en los precios de la energía eléctrica en el país, con un alza del 88,43% para clientes con un consumo superior a 500 kWh, lo que ha impactado directamente en los gastos operativos.

Además, el incremento del desempleo entre los años 2023 y 2024 ha generado una disminución en el consumo de ciertos productos, afectando directamente la demanda de alimentos congelados.

A pesar de estas situaciones, la temporada de producción entre mediados de 2023 y marzo de 2024 fue excepcionalmente buena debido a las abundantes lluvias en las zonas donde se encuentran las plantas productivas de la empresa, que favorecieron las cosechas. Sin embargo, este aumento en la producción también derivó en un exceso de inventario, también conocido como inventario retenido en retail, lo que incrementó considerablemente los costos de almacenamiento y mantenimiento en frío.

Dado que aproximadamente el 60% del presupuesto de la empresa se destina al área de logística, la reducción de costos en esta área siempre ha sido una prioridad estratégica. En este sentido, llevar a cabo este proyecto de optimización y reducción de costos en logística es fundamental para garantizar la sostenibilidad financiera de la empresa y mantener su posicionamiento en el mercado.

SITUACIÓN PROBLEMA

El tramo final del proceso logístico de distribución más conocido como última milla es aquel que abarca desde el proceso desde el pickeo en el centro de distribución hasta la entrega del producto al cliente. Aunque este es solo un eslabón dentro de la cadena

de suministro, este proceso representa uno de los mayores costos operativos para las empresas en general. De acuerdo con un informe de la consultora “CapGemini”, los costos asociados a la última milla pueden representar hasta un 53% del total de los costos logísticos.

En este contexto, la gestión eficiente de la última milla se vuelve un factor clave para la rentabilidad de las empresas. Optimizar esta etapa de la distribución no solo permite reducir costos, sino también mejorar la eficiencia operativa y la competitividad en el mercado

SOLUCIÓN PROPUESTA

Para abordar los desafíos logísticos previamente mencionados, se propuso una solución integral que optimice los procesos claves y reduzca significativamente los costos asociados a la distribución en la última milla. Esta solución está directamente relacionada con los objetivos de este trabajo, los cuales buscan mejorar la eficiencia operativa y la planificación del transporte mediante procesos claves como: análisis de datos, optimización de la flota, validación de tarifas y la integración de tecnologías avanzadas.

En primer lugar, se plantea una mejora en la planificación de las rutas de transporte. Para ello, es fundamental analizar bases de datos de transporte y demanda, identificando patrones que permitan ajustar la configuración de transportes.

Además, se propone una reestructuración en el esquema de pago de rutas mediante la implementación de un “polinomio de pago de rutas”. La aplicación de este polinomio permitirá calcular tarifas ajustadas a la utilización real de los camiones, considerando costos operacionales y márgenes de rentabilidad. Esto no solo optimizará los pagos, sino que también contribuirá a una mejor planificación y control de costos.

Otro aspecto clave para la configuración de la flota óptima, son los reportes interactivos en Power Bi que permiten visualizar el desempeño de cada ruta y camión. Estos reportes ayudarán a identificar transportes que operan con baja carga y permitirán redefinir la configuración de la flota para maximizar su eficiencia operativa, asegurando que los recursos sean utilizados de manera óptima.

Por último, se plantea la implementación de un sistema de gestión del transporte (TMS) para mejorar la planificación de rutas y la integración con el ERP SAP. Este sistema permitirá automatizar la asignación de rutas, optimizando el uso de vehículos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Reducir los costos logísticos del centro de distribución de Santiago de la empresa Alifrut S.A., específicamente en el área de distribución.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar bases de datos de transporte y demanda para optimizar la flota de transportes y validar las tarifas de las rutas ajustándola según costos fijos y variables.
- Optimizar flota de camiones mediante la creación de reportes interactivos en PowerBI, con el fin de identificar transportes y rutas que operan con un bajo porcentaje de carga y definir la configuración óptima de la flota para maximizar la eficiencia operativa.
- Desarrollar y analizar resultados a través de un polinomio de pago de rutas para calcular un nuevo precio y evaluar su impacto en la reducción de costos - implementación y análisis de resultados
- Apoyar la puesta en marcha de un sistema de gestión de transporte (TMS) para optimizar la planificación de rutas, mediante la corrección de datos con georreferencias incorrectas e integración con el ERP SAP y el ajuste de datos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Para llevar a cabo de manera eficiente este proyecto, uno de los principales alcances será la optimización de rutas de transporte del CD de Santiago, enfocándose en la eficiencia de los recorridos y aprovechamiento máximo de la capacidad de carga de los vehículos

- Renegociación de los contratos de transportes con las empresas encargadas del servicio, ajustando los términos a un nuevo modelo de pago basado en los costos fijos y variables, el cual se aplicara específicamente a las rutas que son cubiertas por el CD de la región Metropolitana.
- La implementación del TMS para la gestión de las rutas se realizara en colaboración con los distintos departamentos involucrados, en estrecha coordinación con la empresa proveedora del servicio, con el objetivo de cubrir todos los detalles para garantizar un funcionamiento eficiente del sistema.
- Cualquier modificación en las rutas o en los términos de los contratos con las empresas de transporte deberá ser negociada, lo que podría generar tiempos de espera y costos adicionales
- La implementación del TMS, requerirá la capacitación del personal para garantizar una transición eficiente y una correcta utilización del software

ESTADO DEL ARTE

Un estudio relevante es el trabajo de titulación realizado en 2023 por **Jose Luis Faúndez Pino**, titulado "*Modelo de optimización de pedidos que minimiza el costo de transporte de una empresa del rubro de fertilizantes*". En este trabajo, se desarrolló un modelo matemático orientado a optimizar la planificación de pedidos para reducir los costos asociados al transporte en una empresa de distribución de productos. El modelo propuesto integra variables como la frecuencia de los pedidos, la capacidad de los vehículos y las rutas más eficientes, logrando una reducción significativa en los costos de transporte. Este estudio es especialmente relevante para el proyecto de reducción de costos en Alifrut S.A, ya que aborda la optimización de uno de los elementos clave en la gestión de la cadena logística: el costo del transporte. Además, el enfoque en la minimización de costos utilizando técnicas matemáticas avanzadas se alinea el interés en aplicar un modelo polinomial para optimizar los precios de rutas en el área de distribución del este proyecto.

Otro estudio que resulta relevante para el desarrollo de este proyecto y en el ámbito de la reducción de costos logísticos es el trabajo titulado "Disminución del costo de logística de distribución a clientes de la V región" desarrollado por **Francisco Sebastián Fuentes Jara** en el año 2014 para optar al título de ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile. Este estudio propone estrategias específicas para optimizar la logística de distribución. Su importancia está en la identificación de variables claves, como la segmentación de clientes según volúmenes de pedido y la optimización de rutas mediante herramientas analíticas. Este enfoque aporta una base a la metodología que respalda el desarrollo del presente proyecto, al demostrar como estas herramientas y técnicas de segmentación pueden generar impactos positivos en la logística de distribución.

Por último el análisis del documento de reducción de costos logísticos perteneciente a **José Miguel Chapa** presentado en el año 2014 como memoria de título en la universidad de Chile ha sido útil para respaldar la optimización de rutas en este proyecto. Destaca la importancia de Supply Chain Managment (SCM) para gestionar eficientemente las operaciones logísticas, lo que se alinea con los objetivos de optimizar la configuración de la flota de transporte. Por otra parte el modelo de costos Time Driven Activity Based Costing (TDABC) ofrece un sustento sólido para el desarrollo del modelo de costos de rutas, ayudando en la toma de decisiones sobre rentabilidad y eficiencia operativa

MARCO TEÓRICO

Para la revisión y respaldo del trabajo desarrollado, se presentan las siguientes literaturas respecto a los conceptos tratados en este proyecto.

1. Supply Chain: *“Cadena de suministro traducido al español, es la red de organizaciones que participan, a través de enlaces aguas arriba y aguas abajo, en los distintos procesos u actividades que producen valor en forma de productos y servicios entregados al consumidor final”* (Christopher, 2016)
Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson UK.
2. Supply Chain Management (SCM) : *“Es la gestión integrada de los procesos de la cadena de suministro, que abarca la planificación y gestión de todas las actividades involucradas en el abastecimiento, producción y logística, así como la coordinación y colaboración con socios comerciales, incluidos proveedores, intermediarios y clientes”*
Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). *Defining Supply Chain Management*. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
3. Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC): *“Es un enfoque de asignación de costos basado en actividades que utiliza distintas ecuaciones para estimar la demanda de recursos de cada actividad, proporcionando una mayor precisión y flexibilidad en la gestión de costos”*
Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2004). *Time-Driven Activity-Based Costing*. *Harvard Business Review*, 82(11), 131-138
4. Logística de distribución: *“Abarca todas las actividades necesarias para mover y almacenar productos desde el final del proceso de producción hasta el consumidor, asegurando que los bienes lleguen en el momento, lugar y condiciones adecuadas”*

Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain*. Pearson Prentice Hall.

TIPOS DE VEHICULOS UTILIZADOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

En la distribución de mercancías, la selección del tipo de transporte es crucial para asegurar eficiencia del vehículo. En este contexto, se utilizan diversos tipos de camiones, cada uno diseñado para satisfacer necesidades distintas de carga. Estos vehículos están equipados con un equipo de refrigeración que funciona a -20°C , lo que permite el transporte de productos que requieren mantener una cadena de frío estricta, asegurando la calidad y conservación de dichos productos.

CAMIONES 1000Kg a 1750Kg

Este transporte es ideal para entregas en áreas urbanas, rutas cortas y de difícil acceso, permitiendo maniobrar con facilidad en calles estrechas.



Figura 1: "camión 1750kg"

CAMIONES 3000Kg a 3500Kg

Este transporte es ideal se usa principalmente para la distribución a casinos y patios de comida. Son ideales para este tipo de clientes por su buen equilibrio entre capacidad y facilidad de maniobra en zonas urbanas



Figura 2 "camión 3500kg"

CAMIONES 5000Kg

Este transporte es ideal se usa principalmente para la distribución grandes cadenas de supermercados. Son ideales para este tipo de clientes por su gran capacidad.



Figura 3 "camión 5000Kg"

CAMIONES 10000Kg a 12000Kg

Este transporte es utilizado para la distribución de mercados de abasto en la ciudad de Santiago como "Lo Valledor" o "La Vega"



Figura 4: "camión 10000Kg"

SOFTWARE INFORMATICOS

EXCEL

Es una herramienta de hojas de cálculo utilizada en diversos sectores para la gestión y análisis de datos. Permite realizar cálculos, organizar información en tablas, generar gráficos y reportes, así como automatizar procesos mediante funciones. Es especialmente útil en el ámbito de la logística ya que facilita la manipulación de grandes volúmenes de datos, permitiendo a los usuarios tomar decisiones informadas.

POWERBI

Es una herramienta de análisis de datos y visualizaciones interactivas desarrollada por Microsoft. Permite transformar datos en gráficos y reportes dinámicos que facilitan la toma de decisiones. Se utiliza para identificar patrones, tendencias y áreas de mejora, optimizando la gestión y el rendimiento operativo mediante informes personalizados.

RSTUDIO

Es un entorno de desarrollo integrado para el lenguaje de programación R, diseñado para facilitar en análisis estadístico y la visualización de datos. Ofrece herramientas avanzadas para realizar cálculos complejos, crear modelos predictivos y generar gráficos detallados.

SAP HANA S/4

Es un software de planificación de recursos empresariales ERP (Enterprise Resource Planning), unifica y supervisa procesos empresariales complejos a medida que gestionan cada vez más cantidades de dato.

PYTHON

Lenguaje de programación, ampliamente utilizado en el desarrollo de software, análisis de datos, automatización, inteligencia artificial y machine learning.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este proyecto se fundamenta en los principios de **LEAN**, cuyo enfoque busca la eliminación de desperdicios, la optimización de procesos y la maximización de la eficiencia en las operaciones logísticas. Bajo esta perspectiva, cada etapa de la investigación y análisis se desarrolló con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en la distribución de la empresa, minimizando costos y optimizando el uso de los recursos disponibles.

Para alcanzar el **primer objetivo específico**, se realizó un análisis detallado de las bases de datos históricas de transportes y demandas de la empresa, correspondientes a los años 2023 y 2024. Los datos fueron obtenidos del sistema ERP SAP HANA, el cual almacena de manera detallada los registros de transacciones logísticas, incluyendo información sobre cantidades de demanda, clientes, rutas de transporte y demás variables relevantes. El análisis se llevó a cabo mediante el software matemático **RStudio**, lo que permitió modelar la frecuencia y el volumen de los pedidos a través de una **distribución chi-cuadrado**. Este enfoque facilitó la generación de predicciones más precisas sobre la demanda futura, proporcionando información clave para ajustar la planificación de transportes y determinar la configuración óptima en términos de cantidad y capacidad de vehículos, asegurando así una mayor eficiencia operativa.

En relación con el **segundo objetivo específico**, se empleó **Power BI** como herramienta de análisis de datos, permitiendo la generación de reportes interactivos y visualizaciones claras sobre la utilización de la capacidad de los transportes. A través de esta herramienta, se analizó el porcentaje de ocupación de cada empresa de transporte en función de la tara de sus vehículos, facilitando la identificación de rutas y transportes con baja carga. Estos reportes proporcionaron información clave para la toma de decisiones en la optimización de la flota y la planificación de rutas, alineándose con los principios de **LEAN** al eliminar ineficiencias y mejorar la asignación de recursos.

Para el **tercer objetivo específico**, se desarrolló un **polinomio de pago de rutas**, basado en bases de datos extraídas desde SAP, que contenían información sobre los costos actuales de cada ruta de despacho. A partir de estos datos, se construyó un modelo polinómico que integra costos fijos, variables y un margen de rentabilidad, con el propósito de calcular un **nuevo precio óptimo** para cada ruta. Este modelo fue implementado en **Microsoft Excel**, lo que permitió automatizar los cálculos y comparar los precios actuales con los óptimos. La validación de este modelo se realizó a través de los **responsables y jefaturas de la empresa**, asegurando que la propuesta estuviera alineada con las necesidades operativas y estratégicas de la compañía.

En el **cuarto objetivo específico**, se procedió con la simulación del polinomio de pago de rutas para evaluar su impacto en la reducción de costos. Para ello, se realizó una comparación de los gastos asociados al transporte de mercancías en el mes de julio, contrastando los costos de las rutas bajo el modelo polinómico implementado con los costos previos a su aplicación. Esta evaluación permitió medir las diferencias generadas por la nueva estructura de precios, proporcionando evidencia cuantificable sobre la efectividad del modelo. Al igual que en el objetivo anterior, la validación de estos resultados se llevó a cabo con el respaldo de los **responsables y jefaturas de la empresa**, garantizando su aplicabilidad y viabilidad dentro del contexto operativo.

De esta manera, la aplicación de la **metodología LEAN**, junto con herramientas de análisis avanzadas y la validación por parte de los responsables clave de la empresa, aseguraron un enfoque integral en la optimización logística, contribuyendo a la reducción de costos y a la mejora continua en la gestión del transporte y distribución.

DESARROLLO

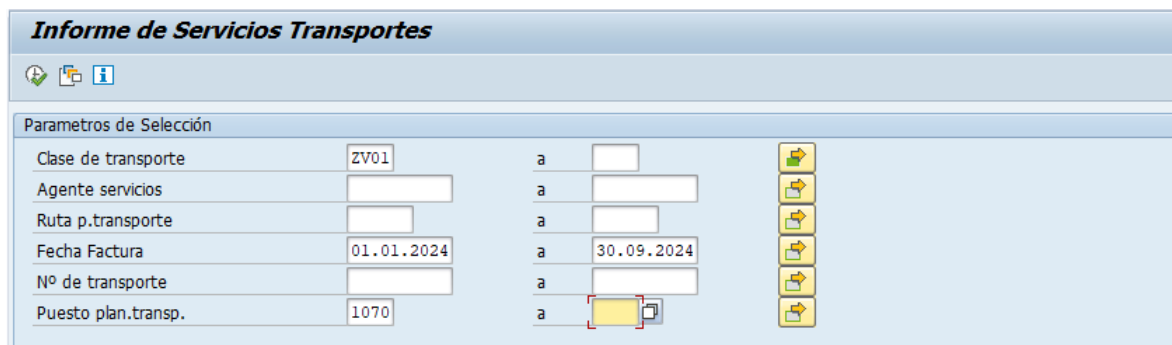
DESARROLLO OBJETIVO 1(Rstudio)

5.1 Análisis BDD y pronóstico de demanda

Para el desarrollo de este proyecto el análisis de la demanda histórica fue fundamental para identificar patrones de consumo y tomar decisiones en lo que a necesidades logísticas respecta. Para este objetivo se analizaron distintas bases de datos provenientes de las transacciones del ERP SAP. Todo esto con el fin de realizar una comparación de la demanda del año 2023 y 2024 hasta el mes de septiembre. Este análisis permitió observar distintas variaciones estacionales, forma de distribución de los pedidos, picos de demanda y tendencias de crecimiento y decrecimiento. Esta información fue clave para ajustar los recursos de transporte y mejorar la planificación de rutas.

El principal objetivo de este análisis era determinar si la distribución de los pedidos realizados por los clientes correspondía a alguna de las distribuciones estadísticas conocidas. Utilizando el software matemático RStudio ,se modeló un gráfico de densidad que nos muestra la distribución de los **kilogramos despachados** por periodo en los años 2023 hasta junio 2024.

El modelamiento comenzó con la obtención de las bases de datos de los años 2023 y 2024, extraídas específicamente de la transacción “ZSD0021” en SAP, la cual proporciona informes detallados de servicio de transportes.



The image shows a screenshot of the SAP 'Informe de Servicios Transportes' (Transport Services Report) form. The form is titled 'Informe de Servicios Transportes' and contains a section for 'Parámetros de Selección' (Selection Parameters). The parameters are as follows:

Parámetro	Valor	Unidad	Fecha
Clase de transporte	ZV01	a	
Agente servicios		a	
Ruta p.transporte		a	
Fecha Factura	01.01.2024	a	30.09.2024
Nº de transporte		a	
Puesto plan.transp.	1070	a	

Figura 5: “Parámetros en SAP para acceder a las BDD”

Esta transacción representa la base fundamental para identificar los patrones en los pedidos y así optimizar los recursos en transporte. A continuación, un extracto de dicha transacción:

Agente S	Nombre	N° Trans	Ruta	Nombre l	Patente	Mes	Fe.Planif.Registro	Total Ent	Total KG	Total Entr	Total KG	%Efect. E	%Efect. K	Precio Rl	Precio p	Moneda
774019200	MASTER FRIC	909580	CE1020	Pto Exp.CD A KPGT55		enero	03-01-2023	4	9.174,00	4	8.958,00	100,00%	97,65%	1.895.000		207 CLP
761857266	DIST.DE GAS	909350	RUT133	STAND BY 13 HFHY94		enero	03-01-2023	3	6.682,80	3	6.042,80	100,00%	90,42%	219.960		33 CLP
120510169	PATRICIO M/	909410	RUT105	FRANKLIN 7C HDLG85		enero	03-01-2023	2	4.555,00	2	4.540,00	100,00%	99,67%	244.776		54 CLP
767106122	TRANS.FRAN	909416	RUT131	STAND BY 13 DWXX76		enero	03-01-2023	1	3.610,00	1	3.610,00	100,00%	100,00%	206.599		57 CLP
767429576	SOCIEDAD C	909334	RUTA38	SODEXHO TC D6224		enero	03-01-2023	1	3.504,00	1	3.504,00	100,00%	100,00%	100.000		29 CLP
774019200	MASTER FRIC	909404	CE1020	Pto Exp.CD A KPGT55		enero	03-01-2023	2	3.087,50	2	3.087,50	100,00%	100,00%	1.895.000		614 CLP
767473257	INVERSIONE	909337	RUT144	APOYO SUR (KZTK18		enero	03-01-2023	12	2.631,71	12	2.616,71	100,00%	99,43%	140.166		53 CLP
767473257	INVERSIONE	909343	RUT146	PAPRA STD B JPSH70		enero	03-01-2023	13	2.405,24	13	2.370,64	100,00%	98,56%	140.166		58 CLP
120510169	PATRICIO M/	909412	RUTA49	RUTA LA VEG/ HRJR88		enero	03-01-2023	5	2.238,00	4	2.044,00	80,00%	91,33%	244.776		109 CLP
767106122	TRANS.FRAN	909399	RUTA20	CERRILLOS / KTVS70		enero	03-01-2023	3	1.994,00	3	1.944,00	100,00%	97,49%			
767473257	INVERSIONE	909344	RUT145	APOYO NOR/ KZTK20		enero	03-01-2023	8	1.973,74	8	1.973,74	100,00%	100,00%	140.166		71 CLP
93786831	MYRIAM DEL	909483	RUTA09	TALAGANTE / GPCH97		enero	03-01-2023	5	1.939,40	5	1.939,40	100,00%	100,00%	152.000		78 CLP
760174548	TRANSP. MAI	909474	RUT139	RECOLETA - (RHK12		enero	03-01-2023	6	1.769,00	5	1.653,00	83,33%	93,44%	147.768		84 CLP
154143254	MARJORIE EL	909470	RUT102	PUDAHUEL S KGXZ26		enero	03-01-2023	10	1.665,00	10	1.657,00	100,00%	99,52%	158.120		95 CLP
154143254	MARJORIE EL	909469	RUTA82	PEDRO AGUI/ HCDC39		enero	03-01-2023	2	1.640,00	2	1.055,00	100,00%	64,33%			
77462435K	Transportes /	909495	RUTA68	PEÑALOEN / RPZT75		enero	03-01-2023	17	1.548,80	17	1.378,80	100,00%	89,02%	156.792		101 CLP
766263895	TRANSPORTI	909496	RUTA6A	RUTA 111 M/ LCTD68		enero	03-01-2023	18	1.492,52	13	1.286,42	72,22%	86,19%	139.962		94 CLP
76782520K	FERNANDEZ	909494	RUTA36	LA GRANJA / PPFV43		enero	03-01-2023	6	1.490,90	6	1.490,90	100,00%	100,00%	110.544		74 CLP
766263895	TRANSPORTI	909554	COLINA	COLINA / LCTD66		enero	03-01-2023	6	1.405,50	6	1.393,50	100,00%	99,15%	143.143		102 CLP
762799065	Distribuidor	909576	TILTIL	TILTIL / KSTY80		enero	03-01-2023	2	1.328,00	2	1.328,00	100,00%	100,00%	152.686		115 CLP
93786831	MYRIAM DEL	909336	RUTA11	PROVIDENCIA/ JZS91		enero	03-01-2023	10	1.315,34	10	1.294,24	100,00%	98,40%			
766263895	TRANSPORTI	909476	RUTA02	ESTACION C/ LCTD63		enero	03-01-2023	17	1.276,17	17	1.266,17	100,00%	99,22%	121.513		95 CLP
767106122	TRANS.FRAN	909338	RUTA33	STAND BY MI LGYC43		enero	03-01-2023	7	1.271,41	7	1.271,41	100,00%	100,00%			

Tabla 1 "Transacción ZSD0021"

Una vez obtenida la base de datos, el siguiente paso fue el modelado del código en RStudio, con el objetivo de determinar la distribución que mejor representaba los pedidos registrados en la base de datos.

A continuación, se presenta un gráfico de líneas que ilustra la evolución mensual de los kg despachados desde enero de 2023 a mayo de 2024. Este gráfico permite visualizar las fluctuaciones de demanda a lo largo del tiempo, destacando tanto los "peak" de demanda como los periodos con menor actividad. A través de este análisis visual, es posible identificar las tendencias que son fundamentales para la planificación de rutas y la asignación eficiente de los recursos en la logística.

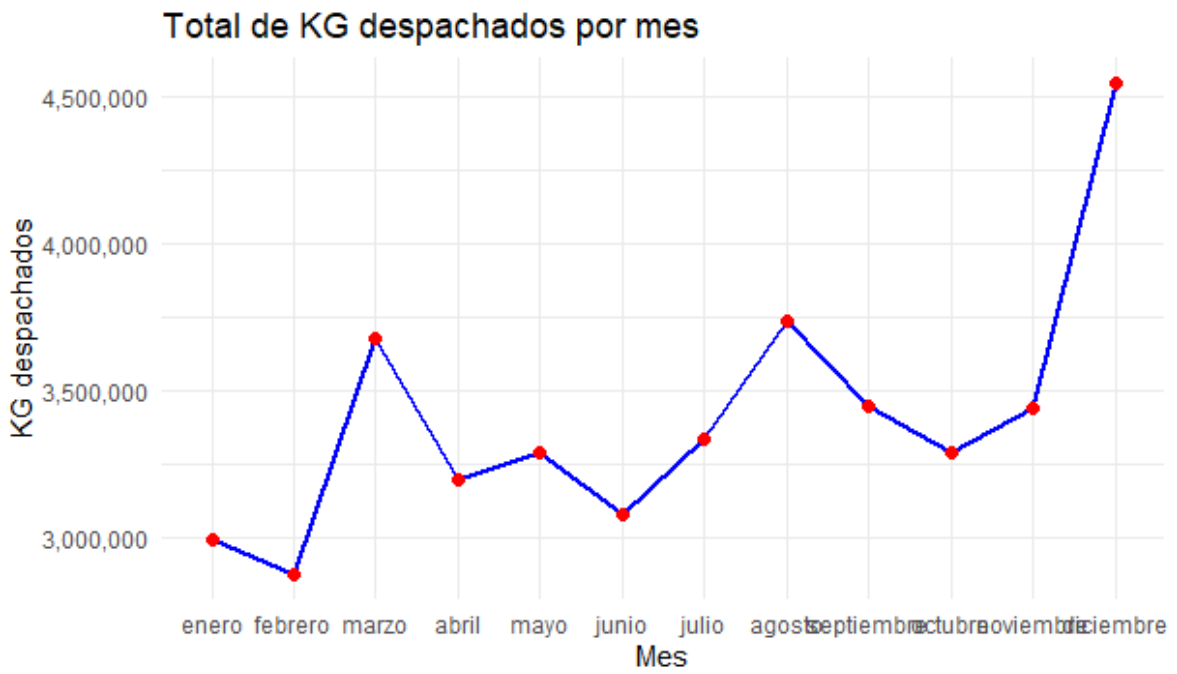


Figura 5 "Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2023"

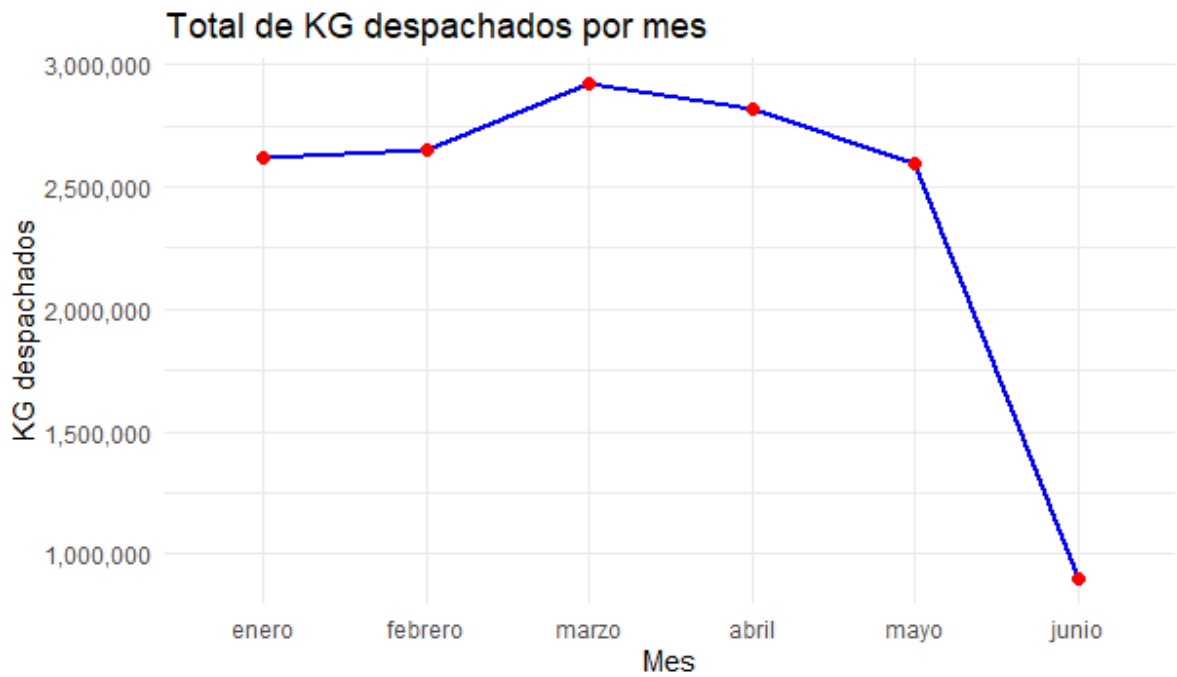


Figura 6 "Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2024"

Luego, se obtuvo el gráfico de densidad que muestra la distribución de los kg despachados. Este gráfico permite observar la forma en que se distribuyen los pedidos a lo largo del periodo, proporcionando una visión más detallada de los volúmenes de despacho.

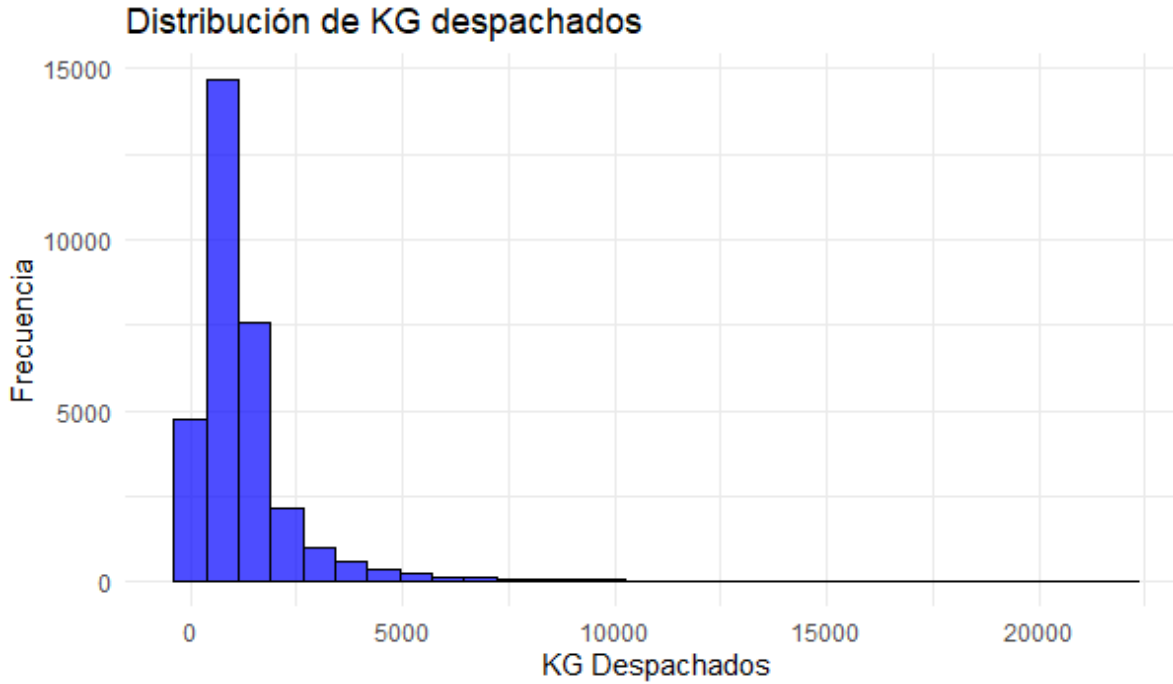


Figura 7: "Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2023"

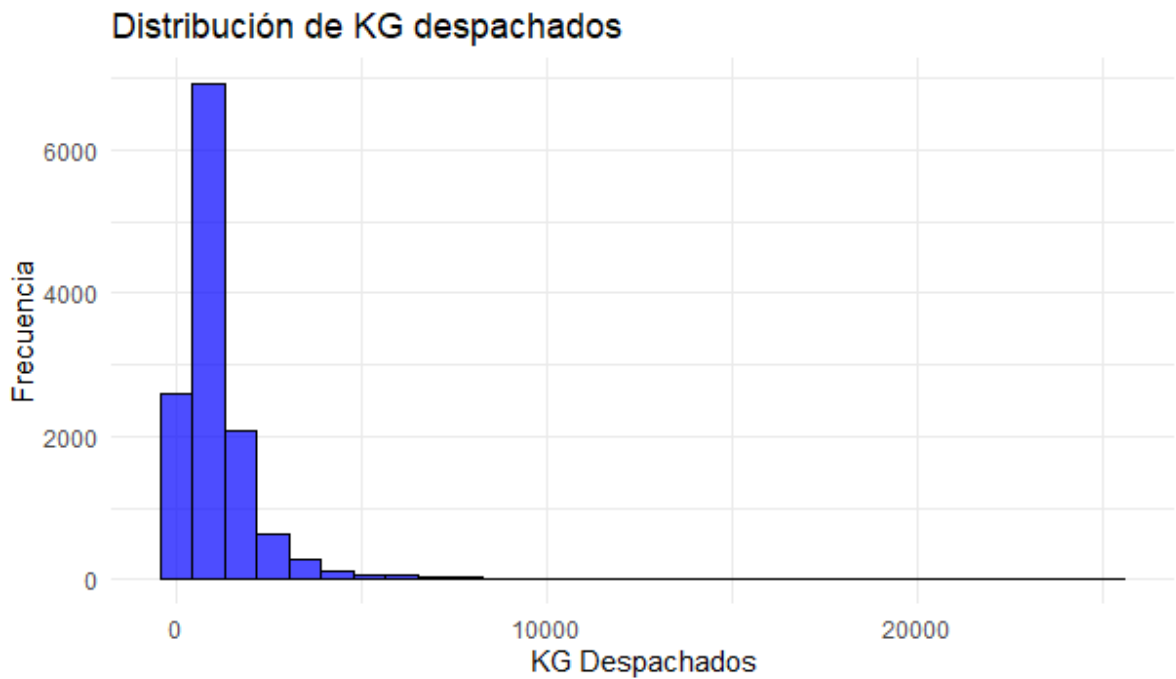


Figura 8: "Gráfico con el total de kg despachados por mes en 2024"

Luego finalmente se obtuvo el gráfico final de densidad, en donde se observa con mayor claridad la forma de la distribución.

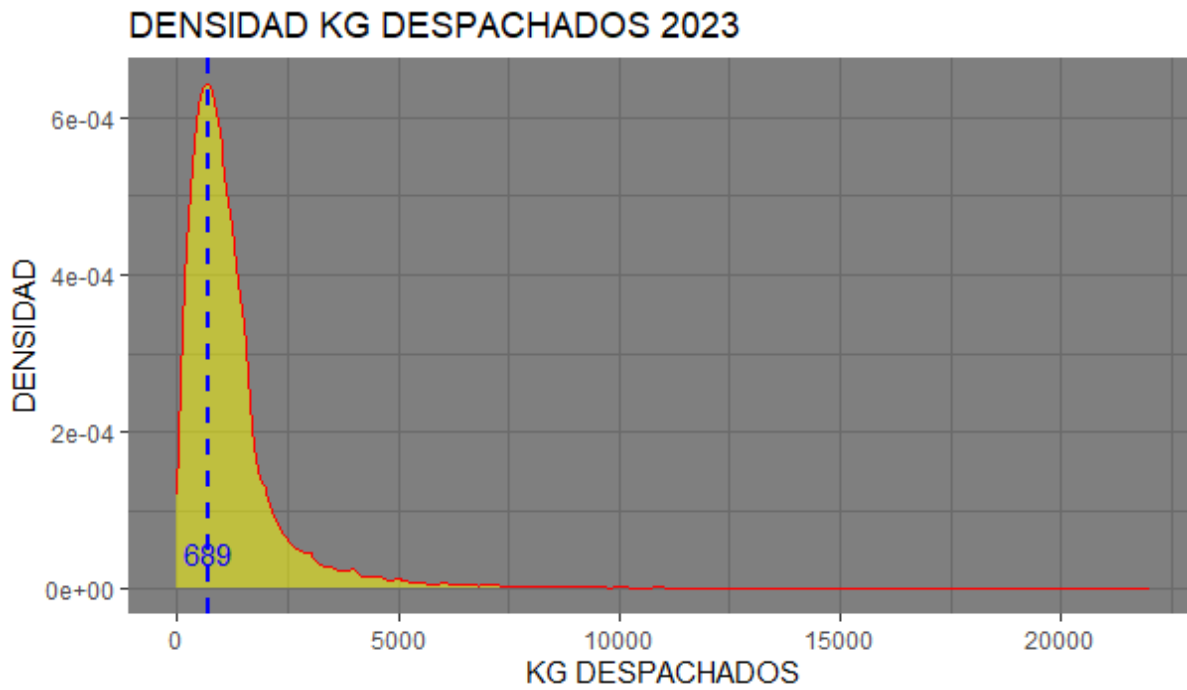


Figura 9: "Gráfico con la densidad de kg despachados en 2023"

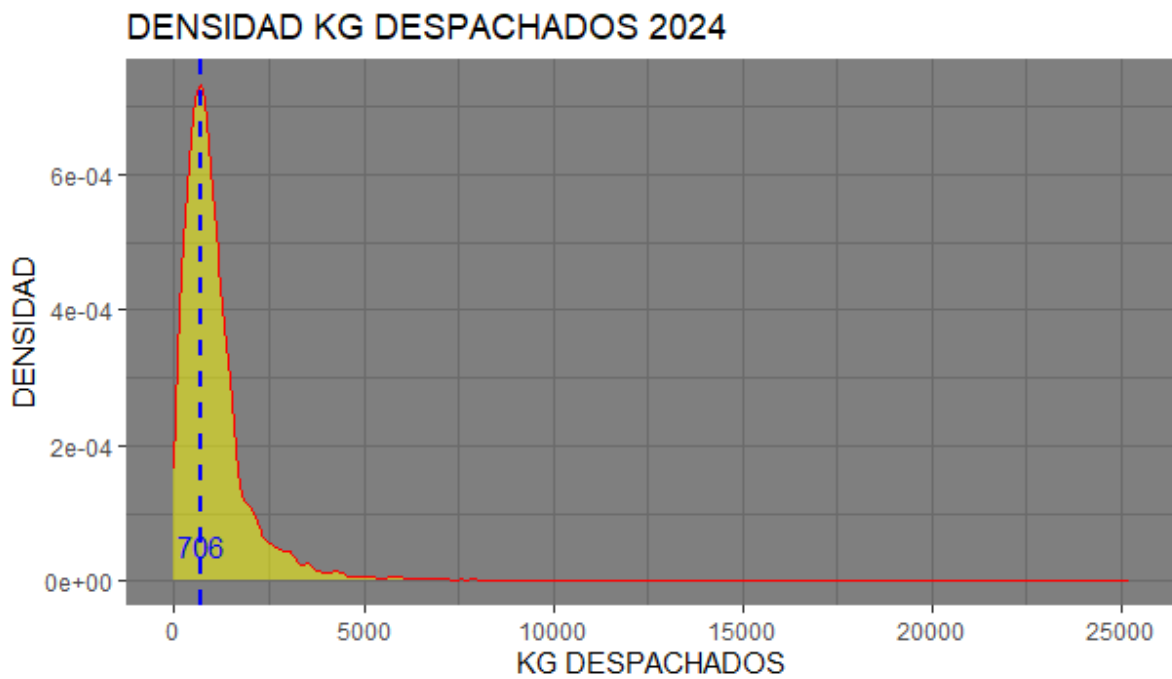


Figura 10: "Gráfico con la densidad de kg despachados en 2024"

El gráfico de distribución de densidad generado con el software RStudio toma como referencia las bases de datos de los pedidos del año 2023 y 2024 hasta el mes de mayo, con el objetivo de analizar el comportamiento de la cantidad de kg despachados durante ese periodo de tiempo. A través de este análisis, se puede visualizar la concentración de los despachos y detectar patrones en la distribución de los pedidos, identificando tendencias en la demanda. La curva de densidad permite observar que rangos de peso fueron más frecuentes, proporcionando información valiosa para la planificación y optimización logística de los transportes.

DESARROLLO OBJETIVO 2 (OPTIMIZACION DE FLOTA)

Para abordar este objetivo específico se llevó a cabo un proceso de optimización de la flota de camiones, centrado específicamente en la creación de reportes interactivos utilizando PowerBI. Estos reportes permitieron visualizar de forma dinámica los porcentajes de carga de cada transporte y las rutas asociadas a estos. La generación de estos informes fue clave para tomar decisiones informadas sobre la gestión de los transportes, facilitando el análisis de datos en tiempo real y la implementación de medidas orientadas a maximizar la eficiencia y reducir los costos logísticos.

El desarrollo comenzó con la recopilación de las planillas de las hojas de despacho de rutas las cuales corresponden a un archivo Excel que se completa diariamente una vez que la planificación de los transportes ha sido realizada. Esta planilla contiene datos claves del programa diario de cada camión que opera en la planta. En ella se presenta información detallada sobre: la empresa a la cual pertenece el camión, su tara, la ruta que realizara, y el número de transporte. A continuación, se presenta un ejemplo del documento mencionado correspondiente al día 4 de marzo del 2024.

DESPACHO DE RUTA MARTES 05 DE MARZO 2024							
CANT	TARA	RUT	EMPRESA	RUTA	N° TRANSPORTE	CLIENTE	VUELTA/CUSTODIA
1	5.000 STAND BY	767106122	TAPIA	Y7	5000016135 - 5000016136 - 5000016142 - 500001614	SAN FELIPE	despachado
2	5.000 STAND BY	767106122	TAPIA	42	5000016139 - 5000016139 - 5000016140 - 500001614	LOS ANDES	despachado
3	5.000 STAND BY	767106122	TAPIA	7	5000016168 - 5000016203	MAIPU	despachado
4	3.500 STAND BY	767106122	TAPIA	20	5000016179 - 5000016209	MAIPU	despachado
5	5.000 STAND BY	767106122	TAPIA	33	5000016146 - 5000016182 - 5000016188	MAIPU	despachado
6	5.000 STAND BY	767106122	TAPIA	ALGARF	5000016134	ALGARROBO	despachado
7	5.000 STAND BY	767106122	TAPIA	131	5000016178	LA FLORIDA	despachado
CANT	TARA	RUT	EMPRESA	RUTA	N° TRANSPORTE	CLIENTE	VUELTA/CUSTODIA
1	10.000 STAND BY	776422126	portes Elena	A9	5000016269	LA VEGA	despachado
2	10.000 STAND BY	776422126	portes Elena	109	5000016293 - 5000016267	FRANKLIN	despachado
3	10.000 STAND BY	154143254	MARJORIE	105	5000016292	FRANKLIN	despachado
4	12.000 STAND BY	154143254	MARJORIE	82	5000016268 - 5000016294 - 5000016283	LO VALLEDOR	despachado
CANT	TARA	RUT	EMPRESA	RUTA	N° TRANSPORTE	CLIENTE	VUELTA/CUSTODIA
1	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	1	5000016162	LA FLORIDA	despachado
2	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	2	5000016163	QUINTA NORMAL	despachado
3	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	4	5000016165	SANTIAGO	despachado
4	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	9	5000016169	ÑUÑA	despachado
5	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	71	5000016186	ESTACION CENTRAL	despachado
6	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	80	5000016190	PUENTE ALTO	despachado
7	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	10A	5000016158	PUENTE ALTO	despachado
8	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	BOSQUE	5000016063	EL BOSQUE	despachado
				COLINA	5000016067	COLINA	despachado
9	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	FLORID	5000016068	LA FLORIDA	despachado
10	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	PALTOI	5000016072	PUENTE ALTO	despachado
11	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	QUILIC	5000016077	QUILICURA	despachado
12	1.750STAND BY	766263895	T.PARRA	RENCAI	5000016078	RENCA	despachado

Tabla 2: "hoja despacho de ruta 5 marzo del 2024"

Una vez finalizado cada mes, todas las hojas de despacho de ruta diarias se consolidan en un único archivo, generando así un resumen mensual de los despachos de rutas. Este consolidado mensual es utilizado como una base de datos para un nuevo archivo Excel que posteriormente se le realiza un proceso de limpieza de datos. Este proceso incluyó la eliminación de datos redundantes, la corrección de celdas en donde se ingresaron textos en vez de números, y la asignación de un número consecutivo a cada camión de acuerdo con su número de transporte, cabe recordar que cada camión puede contener más de un número de transporte. Esta limpieza de datos fue crucial para asegurar que los reportes generados relejaran información precisa y ordenada.

Obtenido el consolidado mensual, se procedió a generar un consolidado anual, incorporando algunos datos provenientes de las hojas de despacho de rutas de cada mes. Esta nueva base de datos contiene información como: número de camión asignado de forma correlativa mes a mes, fecha de operación, tara del camión, empresa a la cual pertenece, ruta realizada, y el número de transporte de 10 dígitos asociado al pedido del cliente. Este nuevo consolidado permitió un análisis más amplio y detallado del comportamiento logístico a lo largo del año.

N° CAMION	FECHA	TARA	EMPRESA	RUTA	N° TRANSPORTE
1	jueves, 4 de enero de 2024	5000	TAPIA		34
2	jueves, 4 de enero de 2024	10000	Transportes Elena SPA	A9	5000000015
3	jueves, 4 de enero de 2024	10000	Transportes Elena SPA	109	5000000016
4	jueves, 4 de enero de 2024	10000	MARJORIE	105 - A9	5000000005
4	jueves, 4 de enero de 2024	10000	MARJORIE	105 - A9	5000000014
5	jueves, 4 de enero de 2024	12000	MARJORIE		5000000003
6	jueves, 4 de enero de 2024	1750	T.PARRA	75 - 02	5000000009
6	jueves, 4 de enero de 2024	1750	T.PARRA	75 - 02	5000000000
7	jueves, 4 de enero de 2024	1750	T.PARRA		5000000013
7	jueves, 4 de enero de 2024	1750	T.PARRA		5000000079
8	jueves, 4 de enero de 2024	5000	MUNOZ		5000000067
9	jueves, 4 de enero de 2024	5000	ARIAS		5000000066
10	jueves, 4 de enero de 2024	2500	TRANS MELLA	QUILIC	5000000050
11	jueves, 4 de enero de 2024	1300	CARGO TRUCK	MAIPU2	5000000074
12	jueves, 4 de enero de 2024	1300	CARGO TRUCK	SANTIA	5000000075
13	jueves, 4 de enero de 2024	1750	FERNANDEZ	MAIPU1	5000000010
14	jueves, 4 de enero de 2024	1750	FERNANDEZ	PROVID	5000000012
14	jueves, 4 de enero de 2024	1750	FERNANDEZ	PROVID	5000000078
15	jueves, 4 de enero de 2024	1000	SOLAR	PATIO6	5000000007
16	jueves, 4 de enero de 2024	1300	ED. BUENO	RECOLE	5000000002
16	jueves, 4 de enero de 2024	1300	ED. BUENO	RECOLE	5000000091

Tabla 3: "Consolidado anual"

Una vez obtenido y limpiado los datos de este consolidado anual, se realizó un cruce de datos con otro archivo Excel proveniente del ERP de la empresa SAP HANA S/4. Este archivo proviene de una transacción del ERP llamada "ZSD0021", la cual contiene detalles logísticos de las entregas tales como: número de transporte (mismo número de 10 dígitos mencionado anteriormente) que resultó crucial para realizar el cruce entre ambos archivos, nombre de las rutas, cantidad de entregas realizadas, total de Kg despachados, total de Kg entregados al cliente y los precios correspondientes a cada una de las rutas.

Agente Serv	Nombre Agente	N° Transporte	Ruta	Nombre Ruta	Fe.Plant.Reg	Total Entregas Trans.	Total KG	Total Entregas entregadas	Total KG entregado	%Efect. Entr	%Efect. KG	Precio Ruta	Precio por Kg
0766263895	TRANSPORTE PARRA LIMITADA	5000000000	RUTA02	ESTACION CENTRAL MALL	04-01-2024	1	100,000	1	100,000	100,00%	100,00%	107,724	1,077
0162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	5000000002	RECOLE	RECOLETA	04-01-2024	5	903,920	5	903,920	100,00%	100,00%	124,080	137
0154143254	MARJORIE ELENA PALMA JARA	5000000003	RUTA82	PEDRO AGUIRRE CERDA	04-01-2024	9	1,578,800	9	1,537,400	100,00%	97,38%	242,460	154
0154143254	MARJORIE ELENA PALMA JARA	5000000005	RUT105	FRANKLIN 7000 KG CON PEI	04-01-2024	5	3,194,000	5	3,194,000	100,00%	100,00%	244,776	77
0162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	5000000008	PATIO1	PATIOS LA FLORIDA	04-01-2024	7	752,840	6	552,840	85,71%	73,43%	129,720	172
0093890465	DANIEL ENRIQUE SOLAR VALDES	5000000007	PATIO6	PATIOS SANTIAGO CENTRO	04-01-2024	8	861,208	8	861,208	100,00%	100,00%	124,080	144
0162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	5000000005	LCONDE	LAS CONDES	04-01-2024	4	432,200	4	432,200	100,00%	100,00%	129,720	300
0766263895	TRANSPORTE PARRA LIMITADA	5000000009	RUTA75	SANTIAGO CENTRO 2	04-01-2024	5	523,792	5	515,728	100,00%	98,46%	108,288	207
076782520K	FERNANDEZ Y GUTERREZ LIMITADA	5000000010	MAIPU1	COB. MAIPU	04-01-2024	4	372,660	4	372,660	100,00%	100,00%	126,900	341
0162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	5000000011	PATIO2	PATIOS SAN BERNARDO	04-01-2024	7	636,608	7	636,608	100,00%	100,00%	129,720	204
076782520K	FERNANDEZ Y GUTERREZ LIMITADA	5000000012	PROVID	PROVIDENCIA	04-01-2024	4	507,000	4	507,000	100,00%	100,00%	126,900	250
0766263895	TRANSPORTE PARRA LIMITADA	5000000013	RUTA10	PUENTE ALTO - PONIENTE	04-01-2024	3	521,460	3	521,460	100,00%	100,00%	111,872	214
0154143254	MARJORIE ELENA PALMA JARA	5000000014	RUT105	FRANKLIN 7000 KG CON PEI	04-01-2024	2	2,709,500	2	2,659,500	100,00%	98,15%	0,00	0,00
0778422126	TRANSPORTES ELENA SPA	5000000015	RUTA09	RUTA LA VEGA CON PEONE	04-01-2024	2	6,197,000	2	5,877,000	100,00%	94,84%	244,776	39
0778422126	TRANSPORTES ELENA SPA	5000000016	RUT109	RUTA MAYORISTA 109	04-01-2024	4	4,422,000	4	4,254,000	100,00%	96,20%	244,776	55
0766263895	TRANSPORTE PARRA LIMITADA	5000000042	BERNAR	SAN BERNARDO	05-01-2024	9	499,736	9	499,736	100,00%	100,00%	129,720	260
0767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	5000000043	RUTA34	STAND BY 2 MINGO	05-01-2024	3	910,836	3	910,836	100,00%	100,00%	153,408	168
0761857266	DIST. DE GAS Y TRANS. TRONCOSO LTDA	5000000044	RUT133	STAND BY 133	05-01-2024	3	334,000	3	334,000	100,00%	100,00%	219,960	659
0769316647	TRANSPORTE VERONICA DEL PILAR CABRERA ULLOA E.I.R.L.	5000000045	RUTA05	INDEPENDENCIA	05-01-2024	1	104,575	0	0,000	0,00%	0,00%	0,00	0,00
0767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	5000000046	RUTA20	CERRILLOS - MAIPU	05-01-2024	1	194,800	1	194,800	100,00%	100,00%	0,00	0,00
0162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	5000000047	PALTO1	COB. PUENTE ALTO	05-01-2024	7	678,600	7	678,600	100,00%	100,00%	124,080	163
0162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	5000000048	PEÑALO	PEÑALOLEN	05-01-2024	10	715,568	10	715,568	100,00%	100,00%	129,720	181
0162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	5000000049	RUT131	STAND BY 131 (PLACA)	05-01-2024	2	424,400	2	424,400	100,00%	100,00%	124,080	292
0773513643	TRANSPORTES NICOLAS MELLA VLCHES SPA	5000000050	QUILIC	QUILICURA	04-01-2024	1	720,000	1	720,000	100,00%	100,00%	124,080	172
0767473257	INVERSIONES PARRA SPA	5000000051	RUT143	APOYO CORDILLERA 5000	05-01-2024	5	1,147,800	5	1,147,800	100,00%	100,00%	156,792	137
0767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	5000000064	RUTA34	STAND BY 2 MINGO	04-01-2024	1	1,860,000	1	1,860,000	100,00%	100,00%	153,408	82
0767429576	SOCCIDAD DE TRANSPORTE POWIER SPA	5000000065	RAMPLA	RAMPLA SANTIAGO 21000	04-01-2024	1	8,772,000	1	8,772,000	100,00%	100,00%	110,000	13
0093798631	MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	5000000066	RUTA11	PROVIDENCIA	04-01-2024	4	741,700	4	741,700	100,00%	100,00%	146,640	198

Tabla 4: "Transacción ZSD0021"

Finalmente, se realizó el cruce de datos, con el objetivo de mostrar en el consolidado anual las columnas correspondientes a los Kg despachados, el precio de cada ruta, y la efectividad de entrega, todos estos datos provenientes de la transacción “ZSD0021” de SAP. De esta manera se integraron los datos logísticos claves para la realización de los reportes interactivos en PowerBI.

Con el consolidado finalizado y la data libre de errores, se procedió a la carga en el software de reportería PowerBI. En la primera pestaña se analizó la utilización de cada uno de los transportes mediante un gráfico de líneas, lo que permitió visualizar el desempeño de la flota a lo largo del tiempo, junto con esto, Además, se generó un gráfico que muestra la cantidad de camiones que salieron a ruta por mes y por día.

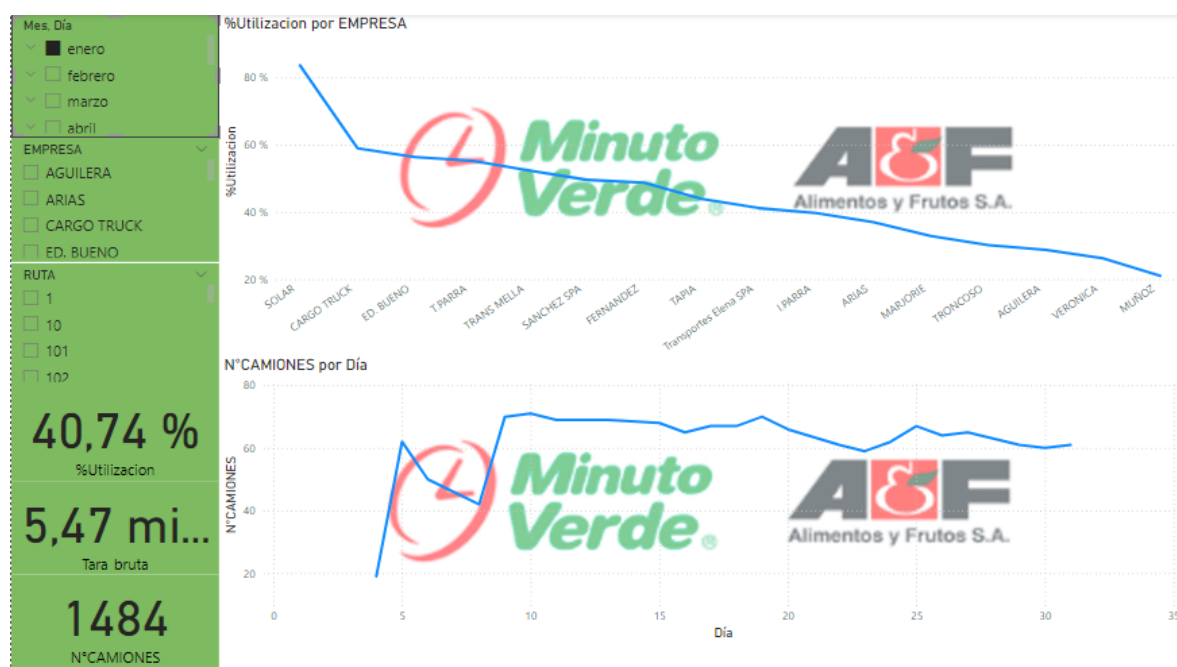


Figura 11: “Panel con datos del mes de enero”

Para complementar este análisis, se incorporaron filtros interactivos en la parte izquierda del panel. Estos filtros permiten a los usuarios seleccionar y visualizar datos específicos según tres criterios: “Fecha”, la cual permite ajustar el periodo de análisis; “Empresa transportista”, que permite filtrar la información por la empresa encargada de realizar la distribución; y “Ruta”, para visualizar el desempeño de los transportes según la ruta que realizan. Esto facilita la toma de decisiones basada en datos precisos y

segmentados según el análisis que el usuario desee realizar. Más abajo en la parte inferior izquierda, se incluyeron “tarjetas” que muestran los valores correspondientes a las selecciones realizadas en los filtros. Estas tarjetas proporcionan información como: el porcentaje de utilización, la tara bruta, que corresponde a la suma de las capacidades máximas de los camiones, y el número total de camiones utilizados. Por ejemplo, en la Figura 12 correspondiente al mes de enero del 2024, se observa que el porcentaje de utilización de los transportes es del 40,74% y el total de camiones que operaron ese mes fue de 1484.

En la pestaña siguiente del reporte, se presentan nuevamente dos gráficos, el primero compara los Kg despachados con la tara bruta de los camiones, permitiendo visualizar la relación entre la carga transportada y la capacidad del transporte. El segundo gráfico corresponde a la cantidad de camiones. En esta pestaña del reporte se utilizaron los mismos que la pestaña anterior, más uno adicional correspondiente a la tara de los camiones, lo que permitió un análisis detallado en función de la capacidad de carga de cada transporte, facilitando la comparación de los datos.



Figura 12: “Panel con los datos correspondientes a la empresa TRANSPORTES ARIAS SPA”

En la Figura13, se puede observar el análisis realizado para la empresa de transporte “Transportes Arias” durante los meses de enero a septiembre del presente año.

Este estudio permitió identificar patrones de utilización de la flota por cada empresa de transporte y evaluar la eficiencia operativa, facilitando la toma de decisiones basada en datos concretos sobre el uso de la capacidad disponible.

DESARROLLO OBJETIVO 3 (Polinomio)

Luego del análisis de la flota de camiones a través de los reportes creados en PowerBI y proponer una nueva configuración basada en la capacidad de carga de cada vehículo, se identificó un nuevo problema relacionado con los precios asignado a cada ruta. Específicamente, se observó que los precios de las rutas no estaban alineados con las capacidades de los camiones, por ejemplo, el precio de una ruta para un camión con una tara de 5000Kg no presentaba diferencia significativa respecto a los camiones de 3500Kg o incluso de 1750Kg. Esta inconsistencia en los precios generaba ineficiencias en la distribución, debido a que por más que se hiciera una nueva configuración de camiones según su capacidad, la reducción de costos no iba a ser significativa.

Para abordar este problema, se decidió llevar a cabo un estudio y análisis de diferentes modelos de cálculo de tarifas logísticas, entre ellos y el que más se ajustaba a la realidad de este proyecto, se encuentra un modelo para optimización de rutas de transporte secundario para una empresa de alimentos de la Universidad de Valparaíso, el análisis exhaustivo de este proyecto, dio lugar al desarrollo de un polinomio de pago de rutas, el cual considera tanto gastos fijos como variables, permitiendo establecer nuevos precios de ruta más ajustados a la realidad operativa y sin impactar en la operación, permitiendo así reducir costos sin alterar el funcionamiento operativo. La fórmula utilizada para el cálculo del nuevo precio de ruta es

$$\text{Precio ruta} = \text{Costos fijos} + \text{Costos variables} + \text{Rentabilidad}$$

5.3.1 Costos fijos

Los costos fijos asociados a cada ruta son aquellos que no varían en función de la distancia recorrida o la carga transportada, sino que corresponden a gastos necesarios para la operación de los camiones. Estos gastos son necesarios para cumplir con las normativas vigentes y mantener los vehículos en óptimas condiciones para la operación. Estos costos se clasifican en 3, detallados a continuación

Costos fijos asociados a las normativas

- Permiso de circulación
- Seguro
- Revisión técnica
- Seguro de carga
- Seguro de Responsabilidad civil
- Mantenimiento equipos de frío (gas y filtros)

Costos fijos asociados a la remuneración de la tripulación

- Sueldo chofer
- Sueldo peoneta

Costos fijos asociados al leasing

- Valor camión
- Valor carrocería
- Valor equipo frío
- Depreciación

5.3.2 Costos variables

Los costos variables están relacionados con la operación específica de cada ruta y dependen de la distancia recorrida por cada transporte. Estos costos varían en función del uso del camión y las condiciones particulares de cada viaje, teniendo una relación directa con el desgaste el vehículo sufre luego de realizar la ruta.

- Valor combustible
- Valor peajes
- Neumáticos
- Frenos y balatas
- Batería
- Cambio de aceite

5.3.3 Rentabilidad

La rentabilidad representa el porcentaje de ganancia que obtiene la empresa de transporte por prestar sus servicios. En este caso corresponde a un 20% del valor bruto total, el cual se calculó sumando los costos fijos y costos variables asociados a cada ruta. Este porcentaje asegura que la empresa de transporte cubra sus costos operativos, y además genere una ganancia por cada servicio realizado.

5.3.4 Construcción del polinomio

Para la construcción de este polinomio, se desarrolló una calculadora en una hoja de cálculo de Excel. El primer paso consistió en recopilar la información de las comunas de destino de los distintos clientes del centro de distribución. Con estos datos, se creó una tabla que incluye todas las comunas de destino, el nombre de la ruta asociada y un aproximado de los kilómetros de distancia que tienen con el centro de distribución ubicado en la comuna de Quilicura.

CD	Comuna	Ruta	Kilometros
STGO	Algarrobo	ALGARR	101
STGO	Batuco	BATUCO	28,3
STGO	Buin	RUTA76	49
STGO	Calera de Tan	RUT138	40
STGO	Calle Larga	RUTA42	70,6
STGO	Cartagena	CARTAG	116
STGO	Catemu	CATEMU	67
STGO	Cerrillos	RUTA20	22
STGO	Cerro Navia	CNAVIA	12
STGO	Chicureo	RUTA03	21
STGO	Conchali	CONCHA	9,7
STGO	Colina	COLINA	27,5
STGO	Curacavi	CURACA	42,4
STGO	El Bosque	BOSQUE	28
STGO	El Monte	EMONTE	54
STGO	El Quisco	QUISCO	104
STGO	El Tabo	ELTABO	104
STGO	Estacion Cent	RUTA71	17,5
STGO	Huechuraba	RUTA16	12,6
STGO	Independenci	RUTA05	12,4
STGO	Isla de Maipo	ISMAPO	55
STGO	La Cisterna	RUTA14	26,5
STGO	La Florida	FLORID	32,7
STGO	La Granja	GRANJA	30,2
STGO	La Ligua	LIGUA1	146
STGO	La Pintana	PINTAN	35,5
STGO	La Reina	RUTA19	27,1
STGO	Lampa	LAMPA	16,5

Tabla 5: "Extracto tabla de Km de distancia entre las comunas y el CD"

Para facilitar la interacción con la calculadora, se agregó un menú validador de datos que toma todas las comunas de destino de la tabla previamente creada. Al seleccionar una de estas comunas del menú desplegable, se activa automáticamente la calculadora, mostrando en la primera fila la distancia al destino en km, luego la segunda fila muestra los km de ida y vuelta al centro de distribución. Además, se agrega la fila de los km fijos, que representan la distancia recorrida por el transporte dentro de la comuna en que realiza entrega, para efectos de este proyecto se fijó un valor de 35km fijos para todas las comunas. También se añadió una celda que muestra el valor del litro de petróleo o diésel, que se fijó en \$1010¹ CLP (WEB BENCINA EN LINEA).

Finalmente, se presenta la suma total de los km de ida y vuelta con los km fijos, proporcionando una visión clara de las distancias totales involucradas en cada ruta y sirviendo como base para los cálculos posteriores.

CD	DESTINO	Nombre destino ida y vuelta	1750	3500	5000	10000
1070	Calera de Tango	Destino KM	40	40	40	40
Valor Petrolec	1010	IDA Y VUELTA	80	80	80	80
		KILOMETROS FIJO	35	35	35	35
		Total kilometros	115	115	115	115

Tabla 6: “Km totales recorridos por cada transporte”

CD	DESTINO	Nombre destino ida y vuelta	1750	3500	5000	10000
1070	Calera de Tango	Destino KM	40	40	40	40
Valor Petrolec	Algarrobo	IDA Y VUELTA	80	80	80	80
	Batuco	KILOMETROS FIJO	35	35	35	35
	Buín	Total kilometros	115	115	115	115
	Calera de Tango					
	Calle Larga					

Tabla 7: “Menú desplegable y km totales recorridos por cada transporte”

Para la segunda parte de la calculadora, se desarrolló una planilla que detalla los costos fijos asociados a cada ruta. Estos costos están divididos en tres categorías: los costos asociados a las normativas, a la remuneración de la tripulación y al leasing del transporte. En la primera categoría, se incluyen todos los gastos relacionados con las obligaciones legales de los transportes, como el permiso de circulación cuyo valor fue obtenido desde la página oficial de la I. Municipalidad de San Antonio [x]. Los valores asociados a los seguros del transporte, seguro de carga y seguro de responsabilidad civil fueron obtenidos

¹ Promedio Julio 2024

de las pólizas de seguro de la empresa de transportes “MARJORIE”. Por último, los costos de los equipos de frío y costos asociados al leasing fueron consultados directamente en reunión con la empresa de transportes “Transportes TAPIA”

CAPACIDAD CAMION	1750	3500	5000	10000
Permiso de circulación (1 año)	\$ 65.000	\$ 65.000	\$ 130.000	\$ 130.000
Seguro	\$ 750.000	\$ 850.000	\$ 1.000.000	\$ 1.300.000
Revisión Técnica (6 meses)	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000
Seguro Carga	\$ 660.000	\$ 750.000	\$ 900.000	\$ 1.300.000
Seguro Resp. Civil	\$ 300.000	\$ 350.000	\$ 500.000	\$ 500.000
Mantenion Frío (Gas y Filtros)	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 500.000
Total	\$ 2.175.000	\$ 2.415.000	\$ 2.930.000	\$ 3.770.000
Mensual	\$ 181.250	\$ 201.250	\$ 244.167	\$ 314.167
Diario	\$ 7.250	\$ 8.050	\$ 9.767	\$ 12.567
Capacidad Kilos Camiones	1750	3500	5000	10000
Chofer (Valor bruto)	\$ 700.000	\$ 800.000	\$ 800.000	\$ 800.000
Peoneta (Valor bruto)	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000
Tota Tripulacion Mes	\$ 1.300.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Valor tripulacion diaria	\$ 52.000	\$ 56.000	\$ 56.000	\$ 56.000
Capacidad Kilos Camiones	1750	3500	5000	10000
Valor camion	\$ 25.000.000	\$ 30.000.000	\$ 45.000.000	\$ 60.000.000
Valor carroceria	\$ 4.200.000	\$ 6.500.000	\$ 7.500.000	\$ 9.000.000
Valor equipo	\$ 3.500.000	\$ 4.000.000	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Valor total	\$ 32.700.000	\$ 40.500.000	\$ 57.500.000	\$ 74.000.000
Depreciacion anual	\$ 3.270.000	\$ 4.050.000	\$ 5.750.000	\$ 7.400.000
Depreciacion mensual	\$ 272.500	\$ 337.500	\$ 479.167	\$ 616.667
Depreciacion diaria del camion (25 días laborales)	\$ 10.900	\$ 13.500	\$ 19.167	\$ 24.667

Tabla 8: “Planilla costos fijos”

Luego, en la tercera tabla de la calculadora, se presentan los costos variables, que son aquellos que reflejan los gastos directamente relacionados con la distancia recorrida por cada transporte. Estos costos incluyen el valor del combustible, rendimiento y mantenimiento del vehículo, peajes y otros costos relacionados con la utilización diaria de los componentes mecánicos de cada transporte como lo son los neumáticos, frenos, batería, aceite de motor. Al final de esta tabla de costos variables se realizó un cálculo del total de km recorridos por año, considerando 25 días laborales al mes. Con esto y el valor total de los componentes se procede a realizar una división para obtener el valor diario por km efectivamente recorrido. A continuación, el detalle:

	Capacidad Kilos Camiones	1750	3500	5000	10000
	Neumaticos (12 meses)	\$1.240.000	\$1.600.000	\$1.600.000	\$2.400.000
Valores diarios x km recorrido	\$ x km	\$36	\$46	\$46	\$70
	Frenos y Balatas (12 meses)	\$305.000	\$305.000	\$305.000	\$305.000
Valores diarios x km recorrido	\$ x km	\$9	\$9	\$9	\$9
	Bateria (1 año)	\$170.000	\$170.000	\$230.000	\$230.000
Valores diarios x km recorrido	\$ x km	\$5	\$5	\$7	\$7
	Cambio Aceite (12 veces)	\$1.800.000	\$1.920.000	\$1.920.000	\$1.920.000
Valores diarios x km recorrido	\$ x km	\$52	\$56	\$56	\$56
Total km recorridos en un año	KM/año	34500	34500	34500	34500

Tabla 9: "Valores diarios por km recorrido"

Otro componente fundamental de los costos variables es el valor de los peajes y telepeajes que se encuentran en cada ruta, este cálculo se llevó a cabo mediante un mapeo de las rutas seguidas por los transportes a través de las principales autopistas de la región

Utilizando Google Maps. Con el apoyo de los datos proporcionados por la dirección general de concesiones de obras públicas, se identificaron los valores de cada pórtico y telepeaje presentes en cada una de las rutas. Además, se consideró el valor más alto registrado durante horarios de tráfico saturado, asegurando que los valores obtenidos sean consistentes y representativos de las condiciones reales de operación.

En una nueva pestaña del libro Excel donde fue desarrollada la calculadora, se creó una tabla específica con los valores totales de peajes y telepeajes asociados a cada ruta. Esta tabla permite aportar los valores a la calculadora según la comuna seleccionada en el menú desplegable.

CD	Comuna	Kilometro	Precio
STGO	Algarrobo	101	\$ 24.989
STGO	Alhué	140	\$ 16.139
STGO	Batuco	28,3	\$ -
STGO	Buín	49	\$ 15.658
STGO	Cabildo	167	\$ 16.725
STGO	Calera de Tango	40	\$ 13.805
STGO	Calle Larga	70,6	\$ 11.403
STGO	Cartagena	116	\$ 15.029
STGO	Catemu	67	\$ 11.403
STGO	Cerrillos	22	\$ 9.949
STGO	Cerro Navia	12	\$ -
STGO	Chicureo	21	\$ 6.303
STGO	Codegua	85	\$ 23.458
STGO	Coínco	122	\$ 23.458
STGO	Colina	27,5	\$ 8.203
STGO	Coltauco	131	\$ 23.458
STGO	Conchali	9,7	\$ 4.999
STGO	Curacavi	42,4	\$ 10.689
STGO	Doñihue	118	\$ 23.458
STGO	El Bosque	28	\$ 13.977
STGO	El Monte	54	\$ 9.605
STGO	El Quisco	104	\$ 24.989
STGO	El Tabo	104	\$ 24.989

Tabla 10: “Valores de peajes y telepeajes asociados a cada ruta”

Después de incluir la tabla con los valores de peajes y telepeajes en la calculadora, se procedió a realizar el cálculo asociado al valor de combustible utilizado según la ruta. Esto se realizó teniendo en cuenta los km recorridos y el rendimiento de cada uno de los distintos transportes según su capacidad de carga.

	1750	3500	5000	10000
Valor Combustible	\$14.519	\$19.358	\$23.230	\$38.717
Valor de peajes	\$27.610	\$27.610	\$27.610	\$27.610
Neumatico	\$4.133	\$5.333	\$5.333	\$8.000
Frenos y balatas	\$1.017	\$1.017	\$1.017	\$1.017
Bateria	\$567	\$567	\$767	\$767
Cambio aceite	\$6.000	\$6.400	\$6.400	\$6.400
VALOR VARIABLE	\$53.846	\$60.285	\$64.357	\$82.510

Tabla 11: “Costos variables”

Posterior a esto, se incluyó en una de las celdas el valor actual de cada ruta asociado a una comuna, obtenido de una de las transacciones de SAP llamada t_{LD} . Este valor sirve como referencia, para una vez realizados los cálculos, comparar el precio de ruta calculado mediante el polinomio con el precio de ruta actual. Esta comparación permite evaluar la efectividad del modelo propuesto.

CD	Comuna	Ruta	Precio
STGO	Algarrobo	ALGARR	\$ 236.302
STGO	Batuco	BATUCO	\$ 140.000
STGO	Buin	RUTA76	\$ 85.000
STGO	Calera de Ta	RUT138	\$ 171.456
STGO	Calle Larga	RUTA42	\$ 240.000
STGO	Cartagena	CARTAG	\$ 236.302
STGO	Catemu	CATEMU	\$ 186.120
STGO	Cerrillos	RUTA20	\$ 153.408
STGO	Cerro Navia	CNAVIA	\$ 124.080
STGO	Chicureo	RUTA03	\$ 107.724
STGO	Conchalí	CONCHA	\$ 126.900
STGO	Curacaví	CURACA	\$ 199.018
STGO	El Bosque	BOSQUE	\$ 129.720
STGO	El Monte	EMONTE	\$ 124.080
STGO	El Quisco	QUISCO	\$ 236.302
STGO	El Tabo	ELTABO	\$ 236.302
STGO	Estación Cer	RUTA71	\$ 107.724
STGO	Huechuraba	RUTA16	\$ 147.768
STGO	Independenc	RUTA05	\$ 150.502
STGO	Isla de Maipo	ISMAPO	\$ 144.807
STGO	La Cisterna	RUTA14	\$ 153.408
STGO	La Florida	RUTA02	\$ 107.724
STGO	La Granja	GRANJA	\$ 129.720
STGO	La Ligua	RUT139	\$ 150.502
STGO	La Pintana	PINTAN	\$ 129.720
STGO	La Reina	RUTA19	\$ 146.640
STGO	Lampa	RUTA14	\$ 153.408

Tabla 12: "Precio de ruta actual"

Luego de obtener esta tabla y mediante el cruce de datos, se insertaron estos valores en la hoja principal donde están todos los cálculos realizados.

Finalmente, para el último cálculo, denominado "precio de ruta óptimo bruto", se sumaron los costos fijos y variables. Con este resultado se calculó la rentabilidad que corresponde al 20% de dicho valor, obteniendo así el "precio ruta optimo final" o "precio ruta optimo neto". Este valor representa la tarifa ajustada que incorpora todos los componentes mencionados relacionados con los distintos costos y margen de rentabilidad.

	1750	3500	5000	10000
PRECIO RUTA ACTUAL	\$171.456			
PRECIO RUTA OPTIMO + rentabilidad	\$148.795	\$165.402	\$179.148	\$210.892
PRECIO RUTA OPTIMO	\$123.996	\$137.835	\$149.290	\$175.743
Rentabilidad 20%	\$24.799	\$27.567	\$29.858	\$35.149

Tabla 13: "Calculo final del precio de ruta optimo"

La siguiente etapa del desarrollo de este polinomio, consistió en trabajar con una nueva base de datos extraída de SAP, específicamente desde la transacción t_LD. Esta

transacción proporciona información específica sobre el precio actual de cada una de las rutas y además asocia cada una de estas rutas a su respectiva comuna de destino.

Se añadió una nueva hoja con el fin de comparar el precio de ruta actual con el precio de ruta óptimo. En esta hoja se incluyeron todas las rutas y sus precios obtenidos de la transacción t_LD mencionada anteriormente. Además, se añadieron columnas importantes para el cálculo final como: total de km, valor de peajes en la ruta, y la tara de cada transporte que realiza la ruta. Esto permitió un análisis detallado de los costos asociados a las rutas y facilita la visualización de las rutas con mayor diferencia entre el precio óptimo y el precio actual.

Centro	Rut	Empresa	Ruta	Descripción Ruta	Comuna	Km	Km fijo	Total KM	Peaje	Tara Camión	Valor actual
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA42	LOS ANDES	Calle Larga	70,6	35	176,2	\$ 11.403	5000	\$ 236.302
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	FELIPE	SAN FELIPE	San Esteban	78,3	35	191,6	\$ 11.403	1750	\$ 240.902
1070	154143254	MARJORIE ELENA PALMA JARA	RUT102	PUDAHUEL 5000 KG	Pudahuel	11,2	35	57,4	\$ 1.679	5000	\$ 158.120
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTAV7	RUTA SAN FELIPE	Putaoendo	96,7	35	228,4	\$ 11.403	3500	\$ 236.302
1070	93786831	MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA16	QUILICURA	Huechuraba	12,6	35	60,2	\$ 4.361	5000	\$ 147.768
1070	769316647	TRANSPORTE VERONICA DEL PILAR	RUTA05	INDEPENDENCIA	Independencia	12,4	35	59,8	\$ 4.999	5000	\$ 147.768
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA07	MAIPU	Maipu	18,4	35	71,8	\$ 6.993	5000	\$ 153.408
1070	775303093	CARGO TRUCK SPA.	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080
1070	162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080
1070	162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	CNAVIA	CERRO NAVIA	Cerro Navia	12	35	59	\$ -	1750	\$ 124.080
1070	93786831	MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA09	TALAGANTE	Talagante	46,7	35	128,4	\$ 9.173	5000	\$ 171.456
1070	766263895	TRANSPORTE PARRA LIMITADA	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 126.900
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	CARTAG	CARTAGENA	Cartagena	116	35	267	\$ 15.029	5000	\$ 236.302
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA20	CERRILLOS - MAIPU	Cerrillos	22	35	79	\$ 9.949	3500	\$ 153.408
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA43	SAN ANTONIO	San Antonio	119	35	273	\$ 15.029	5000	\$ 236.302
1070	775303093	CARGO TRUCK SPA.	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 124.080
1070	773513643	TRANSPORTES NICOLAS MELLA VILCHES	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 124.080
1070	767473257	INVERSIONES PARRA SPA	RUTA19	LA REINA	La Reina	27,1	35	89,2	\$ 6.155	1750	\$ 146.640
1070	761857266	DIST. DE GAS Y TRAINS. TRONCOSO LTDA	RUT138	MAIPU - CALERA DE TANGO	Calera de Tango	40	35	115	\$ 13.805	10000	\$ 171.456
1070	76782520K	FERNANDEZ Y GUTERREZ LIMITADA	CONCHA	CONCHALI	Conchalí	9,7	35	54,4	\$ 4.999	1750	\$ 126.900
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	ALGARR	ALGARROBO	Algarrobo	101	20	222	\$ 24.989	5000	\$ 236.302
1070	162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	TILT	TILTI	Tilí	42,7	35	120,4	\$ 3.825	1750	\$ 146.640
1070	162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	PHURTA	PADRE HURTADO	Padre Hurtado	31,6	35	98,2	\$ 7.809	1750	\$ 146.640
1070	162939629	EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	LPRAD	LO PRADO	Lo Prado	16,2	35	67,4	\$ 3.837	1750	\$ 124.080
1070	767473257	INVERSIONES PARRA SPA	QNORMA	QUINTA NORMAL	Quinta Normal	13	35	61	\$ 6.426	1750	\$ 126.900
1070	767106122	TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	ALGARR	ALGARROBO	Algarrobo	101	35	237	\$ 24.989	5000	\$ 236.302
1070	76782520K	FERNANDEZ Y GUTERREZ LIMITADA	RECOLE	RECOLETA	Recoleta	14,7	35	64,4	\$ 6.155	1750	\$ 126.900
1070	766263895	TRANSPORTE PARRA LIMITADA	PROVID	PROVIDENCIA	Providencia	18,8	35	72,6	\$ 6.155	1750	\$ 129.720

Tabla 14: "Transacción t_LD"

Con los cálculos provenientes de la hoja de la calculadora, se agregaron 4 columnas nuevas con los valores brutos obtenidos mediante el cálculo, estas 4 columnas nuevas representan a los valores según la capacidad de los transportes: 1750kg, 3500kg, 5000kg y 10000kg.

Adicional a esta columna se agregó una nueva columna para cada una de las capacidades con la rentabilidad de cada transporte, esto con la finalidad de separar los valores brutos de los valores correspondientes a la rentabilidad.

Finalmente se agregó la columna correspondiente al valor neto para cada tipo de transporte.

Empresa	Ruta	Descripción Ruta	Comuna	Km	Km fijo	Total KM	Peso	Tara Camión	Valor actua	Valor brut	Rentabilidad	Total neto 1750
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA42	LOS ANDES	Calle Larga	70,8	35	176,2	\$ 11.403	5000	\$ 236.302	\$ 133.154	\$ 26.831	\$ 168.784
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	FELIPE	SAN FELIPE	San Esteban	78,3	35	191,6	\$ 11.403	1750	\$ 240.302	\$ 136.667	\$ 27.333	\$ 164.000
MARJORIE ELENA PALMA JARA	RUT102	PUDAHUEL 5000 KG	Pudahuel	11,2	35	57,4	\$ 1.679	5000	\$ 168.120	\$ 86.602	\$ 17.320	\$ 103.923
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTAV7	RUTA SAN FELIPE	Putendo	96,7	35	228,4	\$ 11.403	3500	\$ 236.302	\$ 145.062	\$ 29.012	\$ 174.075
MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA16	QUILICURA	Huechuraba	12,6	35	60,2	\$ 4.361	5000	\$ 147.768	\$ 92.605	\$ 18.521	\$ 111.126
TRANSPORTE VERONICA DEL PILAR	RUTA05	INDEPENDENCIA	Independencia	12,4	35	59,8	\$ 4.999	5000	\$ 147.768	\$ 93.791	\$ 18.758	\$ 112.550
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA07	MAIPU	Maipu	18,4	35	71,8	\$ 6.993	5000	\$ 163.408	\$ 100.516	\$ 20.103	\$ 120.620
CARGO TRUCK SPA	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 79.960	\$ 15.992	\$ 95.952
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 79.960	\$ 15.992	\$ 95.952
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	CNAVIA	CERRO NAVIA	Cerro Navia	12	35	59	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 83.610	\$ 16.722	\$ 100.332
MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA09	TALAGANTE	Talagante	46,7	35	128,4	\$ 9.173	5000	\$ 171.456	\$ 117.789	\$ 23.558	\$ 141.347
TRANSPORTE PARRA LIMITADA	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 126.900	\$ 85.663	\$ 17.133	\$ 102.796
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	CARTAG	CARTAGENA	Cartagena	116	35	267	\$ 15.029	5000	\$ 236.302	\$ 161.120	\$ 32.224	\$ 193.344
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA20	CERRILLOS - MAIPU	Cerrillos	22	35	79	\$ 9.949	3500	\$ 163.408	\$ 108.070	\$ 21.614	\$ 129.684
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA43	SAN ANTONIO	San Antonio	119	35	273	\$ 15.029	5000	\$ 236.302	\$ 162.489	\$ 32.498	\$ 194.987
CARGO TRUCK SPA	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 85.663	\$ 17.133	\$ 102.796
TRANSPORTES NICOLAS MELLA VILCHES	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 85.663	\$ 17.133	\$ 102.796
INVERSIONES PARRA SPA	RUTA19	LA REINA	La Reina	27,1	35	89,2	\$ 6.155	1750	\$ 146.640	\$ 102.809	\$ 20.562	\$ 123.371
DIST. DE GAS Y TRANS. TRONCOSO LTDA	RUT138	MAIPU - CALERA DE TANGO	Calera de Tango	40	35	115	\$ 13.805	10000	\$ 171.456	\$ 123.996	\$ 24.799	\$ 148.795
FERNANDEZ Y GUTIERREZ LIMITADA	CONCHA	CONCHALI	Conchali	9,7	35	54,4	\$ 4.999	1750	\$ 126.900	\$ 92.559	\$ 18.512	\$ 111.071
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	ALGARR	ALGARROBO	Algarrobo	101	20	222	\$ 24.989	5000	\$ 236.302	\$ 170.773	\$ 34.155	\$ 204.928
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	TILTIL	TILTIL	Tiltil	42,7	35	120,4	\$ 3.825	1750	\$ 146.640	\$ 105.267	\$ 21.053	\$ 126.320
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	PHURTA	PADRE HURTADO	Padre Hurtado	31,6	35	99,2	\$ 7.809	1750	\$ 146.640	\$ 108.171	\$ 21.634	\$ 128.805
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	LOPRAD	LO PRADO	Lo Prado	16,2	35	67,4	\$ 3.837	1750	\$ 124.080	\$ 93.200	\$ 18.640	\$ 111.840
INVERSIONES PARRA SPA	QONORMA	QUINTA NORMAL	Quinta Normal	13	35	61	\$ 6.426	1750	\$ 126.900	\$ 96.918	\$ 19.384	\$ 116.301
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	ALGARR	ALGARROBO	Algarrobo	101	35	237	\$ 24.989	5000	\$ 236.302	\$ 174.195	\$ 34.839	\$ 209.034
FERNANDEZ Y GUTIERREZ LIMITADA	RECOLE	RECOLETA	Recoleta	14,7	35	64,4	\$ 6.155	1750	\$ 126.900	\$ 97.152	\$ 19.430	\$ 116.582

Tabla 15: "t_LD con valores brutos, rentabilidad y totales óptimos"

SEGUNDAS VUELTAS

Las segundas vueltas consisten en una nueva ruta que puede realizar un transporte según las necesidades de distribución. En esta segunda vuelta, se consideran solo los gastos variables correspondientes a cada transporte mencionados anteriormente, ya que los gastos fijos fueron cancelados en la primera vuelta. Por lo tanto, el precio de la ruta de esta segunda vuelta será menor, ya que incluye solo costos variables relacionados con la ruta.

Además, se otorga un bono de \$30.000 CLP a la tripulación como retribución por este servicio adicional que es llevado a cabo cuando algunos de los pedidos de los clientes quedan fuera de la primera planificación y necesitan ser despachados de manera urgente. De esta forma la empresa asegura el cumplimiento de sus compromisos con los clientes y mantiene un nivel de servicio eficiente y confiable.

A continuación, se presenta una tabla con las columnas correspondientes a cada transporte con sus respectivos valores de segunda vuelta

Empresa	Ruta	Descripción Ruta	Comuna	Km	Km fte	Total Km	Pesoje	Tara Camión	Valor actual	Valor bruto	Rentabilidad	Total neto 1750	Zda Vuelta
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA2	LOS ANDES	Calle Larga	70,6	35	116,2	\$ 11.403	5000	\$ 236.302	\$ 133.154	\$ 26.831	\$ 159.184	\$ 108.604
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	FELPE	SAN FELIPE	San Esteban	78,3	35	191,6	\$ 11.403	1750	\$ 240.902	\$ 136.667	\$ 27.333	\$ 164.000	\$ 109.820
MARJORIE ELENA PALMA JARA	RUT102	PUDAHUEL 5000 KG	Pudahuel	11,2	35	57,4	\$ 1.679	5000	\$ 158.120	\$ 86.602	\$ 17.320	\$ 103.923	\$ 49.743
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTAV7	RUTA SAN FELIPE	Putendo	96,7	35	228,4	\$ 11.403	3500	\$ 236.302	\$ 145.062	\$ 29.012	\$ 114.075	\$ 119.895
MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA16	QUILICURA	Huechuraba	12,6	35	60,2	\$ 4.361	5000	\$ 147.768	\$ 92.805	\$ 18.521	\$ 111.126	\$ 56.946
TRANSPORTE VERONICA DEL PILAR	RUTA05	INDEPENDENCIA	Independencia	12,4	35	59,8	\$ 4.999	5000	\$ 147.768	\$ 93.791	\$ 18.758	\$ 112.550	\$ 58.370
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA07	MAIPU	Maipu	18,4	35	71,8	\$ 6.993	5000	\$ 153.408	\$ 100.516	\$ 20.103	\$ 120.620	\$ 66.440
CARGO TRUCK SPA	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 79.960	\$ 15.992	\$ 95.952	\$ 41.772
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 79.960	\$ 15.992	\$ 95.952	\$ 41.772
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	CNAVIA	CERRO NAVIA	Cerro Navia	12	35	59	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 83.610	\$ 16.722	\$ 100.332	\$ 46.152
MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA09	TALAGANTE	Talagante	46,7	35	128,4	\$ 9.173	5000	\$ 171.456	\$ 117.789	\$ 23.558	\$ 141.347	\$ 87.167
TRANSPORTE PARRA LIMITADA	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 126.900	\$ 85.663	\$ 17.133	\$ 102.796	\$ 48.616
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	CARTAG	CARTAGENA	Cartagena	116	35	267	\$ 15.029	5000	\$ 236.302	\$ 161.120	\$ 32.224	\$ 193.344	\$ 139.164
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA20	CERRILLOS - MAIPU	Cerrillos	22	35	79	\$ 9.949	3500	\$ 153.408	\$ 108.070	\$ 21.614	\$ 129.884	\$ 75.504
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA43	SAN ANTONIO	San Antonio	119	35	273	\$ 15.029	5000	\$ 236.302	\$ 162.489	\$ 32.498	\$ 194.987	\$ 140.807
CARGO TRUCK SPA	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 85.663	\$ 17.133	\$ 102.796	\$ 48.616
TRANSPORTES NICOLAS MELLA VLCHES	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 85.663	\$ 17.133	\$ 102.796	\$ 48.616
INVERSIONES PARRA SPA	RUTA19	LA REINA	La Reina	27,1	35	89,2	\$ 6.155	1750	\$ 146.640	\$ 102.809	\$ 20.562	\$ 123.371	\$ 69.191
DIST. DE GAS Y TRANS. TRONCOSO LTDA	RUT138	MAIPU - CALERA DE TANGO	Calera de Tango	40	35	115	\$ 13.805	10000	\$ 171.456	\$ 123.996	\$ 24.799	\$ 148.795	\$ 94.615
FERNANDEZ Y GUTIERREZ LIMITADA	CONCHA	CONCHALI	Conchali	9,7	35	54,4	\$ 4.999	1750	\$ 126.900	\$ 92.559	\$ 18.512	\$ 111.071	\$ 56.891
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	ALGARRO	ALGARROBO	Algarrobo	101	20	222	\$ 24.989	5000	\$ 236.302	\$ 170.773	\$ 34.155	\$ 204.928	\$ 150.748
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	TLTL	TILI	Tili	42,7	35	120,4	\$ 3.825	1750	\$ 146.640	\$ 105.267	\$ 21.053	\$ 126.320	\$ 72.140
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	PHURTA	PADRE HURTADO	Padre Hurtado	31,6	35	98,2	\$ 7.809	1750	\$ 146.640	\$ 108.171	\$ 21.634	\$ 129.805	\$ 75.255
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	LORRAD	LO PRADO	Lo Prado	16,2	35	67,4	\$ 3.837	1750	\$ 124.080	\$ 93.200	\$ 18.640	\$ 111.840	\$ 57.660
INVERSIONES PARRA SPA	QNORMA	QUINTA NORMAL	Quinta Normal	13	35	61	\$ 6.426	1750	\$ 126.900	\$ 96.918	\$ 19.384	\$ 116.301	\$ 62.121
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	ALGARRO	ALGARROBO	Algarrobo	101	35	237	\$ 24.989	5000	\$ 236.302	\$ 174.195	\$ 34.639	\$ 209.034	\$ 154.854
FERNANDEZ Y GUTIERREZ LIMITADA	RECOLETA	RECOLETA	Recoleta	14,7	35	64,4	\$ 6.155	1750	\$ 126.900	\$ 97.152	\$ 19.430	\$ 116.582	\$ 62.402
TRANSPORTE PARRA LIMITADA	PROVID	PROVIDENCIA	Providencia	18,8	35	72,6	\$ 6.155	1750	\$ 129.720	\$ 99.022	\$ 19.804	\$ 118.927	\$ 64.647

Tabla 16: "t_LD con valores de segundas vueltas"

Finalmente, con todos los valores presentados en esta tabla se realizó un "mapa de calor" con las funciones de Excel, esto con el fin de diferenciar las rutas con mayor diferencia entre su precio de ruta actual y óptimo.

Empresa	Ruta	Descripción Ruta	Comuna	Km	Km fte	Total Km	Pesoje	Tara Camión	Valor actual	DIF 1750	DIF 3500	DIF 5000	DIF 10000
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA42	LOS ANDES	Calle Larga	70,6	35	176,2	\$ 11.403	5000	\$ 236.302	\$ 76.518	\$ 55.798	\$ 39.451	\$ -3.885
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	FELPE	SAN FELIPE	San Esteban	78,3	35	191,6	\$ 11.403	1750	\$ 240.902	\$ 76.902	\$ 55.147	\$ 38.146	\$ -8.108
MARJORIE ELENA PALMA JARA	RUT102	PUDAHUEL 5000 KG	Pudahuel	11,2	35	57,4	\$ 1.679	5000	\$ 158.120	\$ 54.197	\$ 41.460	\$ 30.162	\$ 9.329
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTAV7	RUTA SAN FELIPE	Putendo	96,7	35	228,4	\$ 11.403	3500	\$ 236.302	\$ 62.227	\$ 38.000	\$ 19.436	\$ -33.789
MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA16	QUILICURA	Huechuraba	12,6	35	60,2	\$ 4.361	5000	\$ 147.768	\$ 36.642	\$ 23.717	\$ 12.299	\$ -9.064
TRANSPORTE VERONICA DEL PILAR	RUTA05	INDEPENDENCIA	Independencia	12,4	35	59,8	\$ 4.999	5000	\$ 147.768	\$ 35.218	\$ 22.320	\$ 10.919	\$ -10.368
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA07	MAIPU	Maipu	18,4	35	71,8	\$ 6.993	5000	\$ 153.408	\$ 32.788	\$ 19.084	\$ 7.173	\$ -16.388
CARGO TRUCK SPA	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 28.128	\$ 16.359	\$ 5.672	\$ -12.433
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	QUILIC	QUILICURA	Quilicura	4	35	43	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 28.128	\$ 16.359	\$ 5.672	\$ -12.433
EDGARDO ENRIQUE BUENO GALDAMES	CNAVIA	CERRO NAVIA	Cerro Navia	12	35	59	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 23.748	\$ 10.904	\$ -463	\$ -21.599
MYRIAM DEL CARMEN ARIAS ARIAS	RUTA09	TALAGANTE	Talagante	46,7	35	128,4	\$ 9.173	5000	\$ 171.456	\$ 30.109	\$ 12.602	\$ -1.714	\$ -35.996
TRANSPORTE PARRA LIMITADA	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 126.900	\$ 24.104	\$ 10.655	\$ -1.094	\$ -23.935
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	CARTAG	CARTAGENA	Cartagena	116	35	267	\$ 15.029	5000	\$ 236.302	\$ 42.958	\$ 16.137	\$ -4.067	\$ -64.604
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA20	CERRILLOS - MAIPU	Cerrillos	22	35	79	\$ 9.949	3500	\$ 153.408	\$ 23.724	\$ 9.536	\$ -2.681	\$ -27.606
TRANSPORTES TAPIA LIMITADA	RUTA43	SAN ANTONIO	San Antonio	119	35	273	\$ 15.029	5000	\$ 236.302	\$ 41.316	\$ 14.091	\$ -6.368	\$ -68.041
CARGO TRUCK SPA	LAMPA	LAMPA	Lampa	16,5	35	68	\$ -	1750	\$ 124.080	\$ 21.284	\$ 7.835	\$ -3.914	\$ -26.755

Tabla 17: "Mapa de calor"

Una vez obtenido el mapa de calor, se realizó el mismo análisis para los camiones de cobertura y así obtener las rutas con mayor diferencia de precios.

Además, dado que el estudio se basó en el mes de julio, con los reportes creados en el objetivo específico n°2, se obtuvieron el número total de camiones que realizo cada ruta. Con este dato y en una nueva hoja de cálculo, se incluyeron las 11 rutas con mayor diferencia de precios y se procedió a hacer un análisis total de ahorro que se habría logrado en el mes de julio con la implementación del polinomio.

CAMIONES DE RUTA															JULIO			
Cent	Rut	Empresa	Ruta	Descripció	Comun	Km	Km	Peaje	Tara	Valor actual	Valor br	Rentabil	Total neto	DIF	CANT CAMI	TOTAL GAS	TOTAL OPTI	AHORRO/MES
1070	767106122	TRANSPORTES	FELIPE	SAN FELIPE	San Est	78,3	35	\$ 11.403	1750	\$ 240.902	\$ 134.630	\$ 26.926	\$ 161.556	\$ 86.267	6	\$ 1.445.412	\$ 969.334	\$ 476.078
1070	767106122	TRANSPORTES	RUTA42	LOS ANDES	Calle La	70,6	35	\$ 11.403	5000	\$ 236.302	\$ 161.881	\$ 32.376	\$ 194.257	\$ 42.045	7	\$ 1.654.114	\$ 1.359.799	\$ 294.315
1070	767106122	TRANSPORTES	RUTAV7	RUTA SAN FI	Putand	96,7	35	\$ 11.403	3500	\$ 236.302	\$ 162.492	\$ 32.498	\$ 194.990	\$ 41.312	15	\$ 3.544.530	\$ 2.924.851	\$ 619.679
1070	154143254	MARJORIE ELEN	RUT102	PUDAHUEL 5	Putadah	11,2	35	\$ 1.679	5000	\$ 158.120	\$ 105.928	\$ 21.186	\$ 127.113	\$ 31.007	26	\$ 4.111.120	\$ 3.304.948	\$ 806.172
1070	767106122	MYRIAM DEL CA	RUTA16	CARTAGENA	Quilicur	116	35	\$ 15.029	5000	\$ 147.768	\$ 112.152	\$ 22.430	\$ 134.583	\$ 13.185	7	\$ 1.034.376	\$ 942.079	\$ 92.297
1070	767106122	TRANSPORTE VIR	RUTA05	SAN ANTONI	Indepen	119	35	\$ 15.029	5000	\$ 147.768	\$ 113.307	\$ 22.661	\$ 135.968	\$ 11.800	14	\$ 2.068.752	\$ 1.903.556	\$ 165.196
\$ 2.453.737																		
CAMIONES DE COBERTURA															JULIO			
Cent	Rut	Empresa	Ruta	Descripcio	Comun	Km	Km	Peaje	Tara	Valor actual	Valor brut	Rentabil	Total neto	DIF	CANT CAMI	TOTAL GAS	TOTAL OPTI	AHORRO/MES
1070	767106122	TRANSPORTES	RUT132	STAND BY 1	Las con	26,7	20	\$ 6154,87	5000	\$ 280.731	\$ 111.593	\$ 22.319	\$ 133.911	\$ 146.820	9	\$ 2.526.579	\$ 1.205.200	\$ 1.321.379
1070	767106122	TRANSPORTES	RUT131	STAND BY 1	Las con	26,7	20	\$ 6607,16	5000	\$ 206.599	\$ 111.593	\$ 22.319	\$ 133.911	\$ 72.688	9	\$ 1.859.391	\$ 1.205.200	\$ 654.191
1070	93796831	MYRIAM DEL CA	RUT104	104 TRANSP	San rair	28	20	\$ 15029,17	10000	\$ 219.960	\$ 148.657	\$ 29.731	\$ 178.389	\$ 41.571	25	\$ 5.499.000	\$ 4.459.725	\$ 1.039.275
1070	767106122	TRANSPORTES	SANTON	SAN ANTONI	San Ant	119	20	\$ 6154,87	5000	\$ 236.302	\$ 157.702	\$ 31.540	\$ 189.243	\$ 47.059	7	\$ 1.654.114	\$ 1.324.698	\$ 329.416
1070	767473257	INVERSIONES P	RUT143	APOYO COR	Las con	26,7	20	\$ 4360,63	5000	\$ 156.792	\$ 111.593	\$ 22.319	\$ 133.911	\$ 22.881	24	\$ 3.763.008	\$ 3.213.866	\$ 549.142
\$ 3.893.402																		

Tabla 18: "Rutas con mayor diferencia y respectivo ahorro"

DESARROLLO OBJETIVO 4 (TMS)

Un sistema de gestión de transporte es una herramienta que permite mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y ofrecer una visibilidad en tiempo real de la cadena de suministro.

En el caso de DrivIN, este se destaca por ofrecer una plataforma que combina IA y machine learning para proporcionar soluciones personalizadas. Esta plataforma permite planificar y optimizar rutas de entregas y obtener una trazabilidad en tiempo real de la operación.

La integración de esta tecnología es un proyecto que lleva gestándose desde agosto 2024 aproximadamente y no puede completarse de manera inmediata, debido a las múltiples etapas de pruebas y ensayos necesarios además de la integración con el sistema de ERP SAP. Esta transición implica realizar correcciones de datos y simulaciones para garantizar que el nuevo planificador funcione de manera óptima en diferentes escenarios.

Con la implementación final de este planificador, las rutas que conocemos actualmente y que han sido trabajadas a lo largo de todo el desarrollo de este proyecto serán reemplazadas por las optimizaciones que realice este software. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, este proceso aun se encuentra en un periodo de pruebas y ensayos, lo que implica que su implementación completa está proyectada para el primer semestre de 2025.

El inicio de las pruebas del TMS requirió una etapa fundamental de depuración de datos para así poder garantizar la precisión de las simulaciones. A través de las bases de datos de las clientes extraídas desde SAP, específicamente de la transacción zsd0014, se realizó un proceso de georreferenciación para ubicar a todos los clientes atendidos por el centro de distribución.

Ciente	Nombre Cliente	Destinatario	Nombre Destinatario	Latitud	Longitud
773530378	RNF SPA	7735303701	RNF SPA	9,9208694	-84,0907246
109486795	MARIANA ANA PEREZ SALAZAR	1094867901	MARIANA ANA PEREZ SALAZAR	-9,8251183	-73,087749
229096893	JAVIER ROGER ALVA GONI	2290968901	JAVIER ROGER ALVA GONI	-9,5036536	-77,5349007
948230006	SODEXO CHILE SPA	948230001H	SODEXO DARK KITCHEN DELIVERY	-72,3245828	-72,3245828
799611208	ROMANINI GANZA LTDA	7996112003	ROMANINI // WANZO 684	-71,2169262	-71,2169262
706945452	DISTRIBUIDORA SIENA LTDA	7069454500	DISTRIBUIDORA SIENA LTDA	-71,2160183	-71,2160183
81201000K	CENCOSUD RETAIL S.A	81201LN793	CENCOSUD - CD MEGA FRIO CHILE		
799058707	COMAB LTDA	7990587001	COMAB LTDA //VACETA	-33,4122896	-70,6656778
79690660K	COMERCIAL DE ALIMENTOS S.A.	7969066009	ALICOPSA EDEN BUIN	-70,7626821	-70,7626821
779656209	IMP. Y ALIMENTOS ICB FOOD SERVICE SPA.	7796562001	ICB // ICE STAR	-70,7436498	-70,7436498
107561870	SERGIO FERNANDO FRIZ ARAVENA	1075618701	SERGIO FERNANDO FRIZ ARAVENA	-70,7292718	-70,7292718
815378005	RENDIC. HERMANOS S.A.	815378L563	RENDIC OK CHICUREO	-70,675459	-70,675459
765428262	NEXT INVERSIONES SPA	7654282601	PIZZA LAB - 1146 ALAMEDA	-70,6520901	-70,6520901
946230006	SODEXO CHILE SPA	94623000BV	SODEXO ACADEMIA DE HUMANIDADES	-70,6436705	-70,6436705
770955424	COMERCIAL SUPER VECINO LTDA	7709554200	COMERCIAL SUPER VECINO LTDA	-33,49753815593829	-70,67790501722601
76953380K	COMERCIALIZADORA DE SOFTWARE Y HARD WARE GIGLIOLA BALAGNA ERL	7695338001	COMERCIALIZADORA DE SOFTWARE Y HARD WARE GIGLIOLA BALAGNA ERL		
78842230K	MATTHEWS Y CIA. LTDA.	7884223011	TROGLODITA PUENTE 889 L 303	-53,1490752	-70,9008254
761826670	CAVALES Y OPAZO LIMITADA	7618266701	CAVALES Y OPAZO LIMITADA	45,5016889	-73,557256
773967954	COMERCIAL BRAVAL C.H.A. SPA	7739679501	COMERCIAL BRAVAL C.H.A. SPA	43,3823436	-8,4115401
946230006	SODEXO CHILE SPA	94623000LI	WALMART RM L74 LAS CONDES EXPRESS	-41,6707091	-72,6567028
77310333K	CAMILO ALEJANDRO VALENZUELA MENDOZA	7731033301	CAMILO ALEJANDRO VALENZUELA MENDOZA	-41,5826207	-72,61185720000002
910040006	PRODUCTOS FERNANDEZ S.A.	9100400010	P.F PUERTO MONTT DESDE STGO	-41,4540494	-72,9616452
778448206	COMERCIAL BINDER LTDA.	77844820AB	COMERCIAL BINDER DESDE STGO	-41,430581	-72,953959
78427817	EUGENIA CHINCHON	7842781011	EUGENIA CHINCHON	40,4167754	-3,7037902
81610835	LUISA QUINTREML	8161083011	LUISA QUINTREML	40,4167754	-3,7037902
157987194	CARLOS ALBERTO HUERTA GARCIA	1579871901	CARLOS ALBERTO HUERTA GARCIA	40,4167754	-3,7037902
96328125	PATRICIA CARRASCO CORONA	9632812011	PATRICIA CARRASCO CORONA	39,23364042	-0,5335935833998389
910040006	PRODUCTOS FERNANDEZ S.A.	9100400009	P.F TEMUCO DESDE STGO	-38,750351	-72,632696

Tabla 19: "Transacción zsd0014 - coordenadas de la ubicación de los clientes"

Sin embargo, durante la etapa del análisis de esta base de datos, se detectaron algunas coordenadas que presentaban errores, lo que afectaría en un futuro a la representación geográfica de estos clientes en el TMS.

Esta discrepancia se hizo más evidente al compilar un código en lenguaje Python que a través de un mapa visual con la georreferenciación mostraba ubicaciones fuera de los rangos esperados.

A continuación, se presenta el paso a paso para generar este mapa a través de Python.

El proceso comenzó con la carga de librerías necesarias para la manipulación de datos y visualización geográfica, así como la carga de la base de datos de los clientes, exportada desde SAP en formato Excel. Las bibliotecas utilizadas incluyeron **pandas** para la manipulación de datos y **folium** para la creación de un mapa interactivo que representa las coordenadas geográficas de los clientes. El siguiente fragmento del código ilustra como se llevó a cabo este procedimiento.

```
import pandas as pd
import folium
import matplotlib.colors as mcolors
import matplotlib.pyplot as plt

# Load the Excel file
df = pd.read_excel(r"C:\Users\rabarca\Desktop\LOGISTICA\DRIV IN\Particiones.xlsm")
df.head()
```

Figura 13: "Extracto del código donde se cargan las librerías a utilizar"

Una vez cargados los datos y librerías, se procedió a compilar un código que generó un mapa en bruto para observar la distribución inicial de las coordenadas geográficas de los

clientes. Este mapa permitió identificar de manera visual las ubicaciones registradas en la base de datos, sin aplicar filtros ni validaciones previas.

```
#Mapa en bruto

# Crea un mapa de La Región Metropolitana de Chile
m = folium.Map(location=[-33.45, -70.67], zoom_start=10,tiles="cartodb positron")

# Agrega marcadores para cada coordenada
for index, row in df.iterrows():
    lat, lon = row['Lat'], row['Lng']
    folium.CircleMarker(
        [lat, lon],
        radius=5,
        color='blue',
        fill=True,
        fill_color='black',
        fill_opacity=0.6
    ).add_to(m)
```

Figura 14: “Código para generar el mapa en bruto”

Luego de generar el mapa se identificaron de forma visual los puntos que presentaban incoherencias

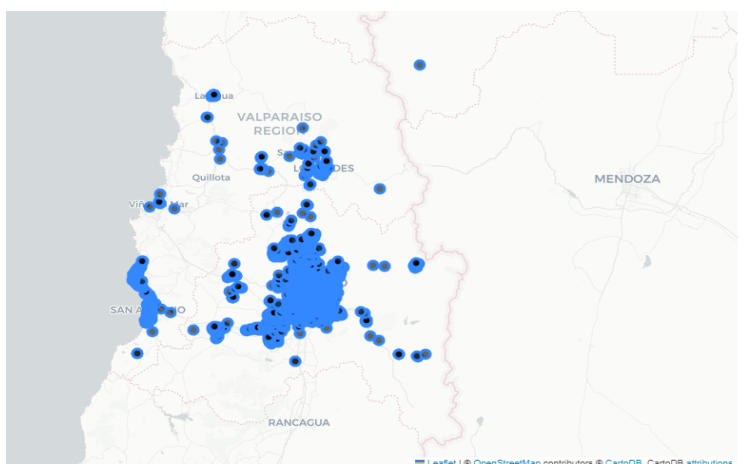


Figura 15: “Mapa en bruto”

Dadas las incoherencias mostradas en este mapa, se hizo una representación más detallada. Para ello, se desarrolló un nuevo código que empleó funcionalidades avanzadas de la biblioteca **folium**, como el uso de una herramienta específica llamada **markercluster**, que agrupa marcadores cercanos para así otorgar una visualización más clara y organizada.

```
import folium
from folium import plugins
|
# Crear el mapa centrado en la región deseada
m2 = folium.Map(location=[-33.45, -70.67], zoom_start=10, tiles="cartodb positron")

# Agrupar marcadores
incidents = plugins.MarkerCluster().add_to(m2)

# Agregar marcadores al mapa
for lat, lng, cod_direccion, nombre_direccion, direccion in zip(df.Lat, df.Lng, df['Código de Dirección'], df['Nombre de Dirección'], df['Dirección']):
    folium.Marker(
        location=[lat, lng],
        icon=None,
        popup=f"Código de Dirección: {cod_direccion}<br>Nombre de Dirección: {nombre_direccion}<br>Dirección: {direccion}",
    ).add_to(incidents)
# -----
```

Figura 16: “Código mapa con clientes agrupados”

Este mapa más detallado permitió no solo identificar de forma más fácil y rápida las ubicaciones erróneas, sino también la información específica de cada cliente asociada a las coordenadas con errores. Este detalle facilitó la depuración de los datos, y la posterior corrección en la base de datos.

Gracias a esta herramienta, se logró establecer un conjunto de datos más confiable, eliminando errores que podrían en un futuro comprometer el rendimiento del TMS. Este

Como complemento a este proceso, y considerando la necesidad de estandarizar el uso del software en un futuro, se desarrolló un manual de usuario que servirá como herramienta de apoyo para la persona que en un futuro se haga cargo de la planificación a través de DrivIN. Este manual detalla cada una de las funcionalidades del sistema, incluyendo configuraciones, creación de esquemas de distribución, y carga de planes al sistema.

Este manual no solo busca garantizar una correcta utilización del sistema, sino también ofrecer un soporte en la solución de problemas comunes y una guía clara para maximizar la eficiencia del TMS.

RESULTADOS OBTENIDOS

En este apartado se detallan el impacto directo del proyecto en la reducción de costos del departamento logístico de Alifrut S.A. Durante el desarrollo de este proyecto se lograron avances significativos en cada uno de los objetivos planteados, logrando cumplir con cada una de las propuestas para obtener éxito a lo largo del desarrollo.

Como resultados, los estados financieros con los que trabaja toda la compañía reflejan una disminución aproximada de **\$76.000.000 CLP** aproximadamente entre los meses de junio y octubre del 2024. Además, en la tabla presentada a continuación se incluyen indicadores claves utilizados por la empresa y con los cuales se mide el rendimiento de cada uno de sus departamentos, incluyendo el presupuesto por kg despachado y el gasto real de la operación, lo que evidencia el impacto positivo y tangible de las medidas implementadas

MES	Gasto real	PPTO\$	DIFERENCIA PPTO x GASTO	Desv Gasto	Venta KG	PPTO kilos	Desv kilos	CLP x KG	PPTO x KG
Total	\$2.452.706.124	\$2.475.576.482	\$ 22.870.358	-0,93 %	\$25.881.979	\$24.206.269	6,47 %	\$ 95	\$ 102
Enero	\$239.918.042	\$238.389.123	\$ -1.528.919	0,64 %	\$ 2.411.908	\$ 2.170.999	9,99 %	\$ 99	\$ 110
Febrero	\$255.478.913	\$229.317.138	\$ -26.161.775	10,24 %	\$ 2.518.985	\$ 2.223.000	11,75 %	\$ 101	\$ 103
Marzo	\$258.620.415	\$264.919.744	\$ 6.299.329	-2,44 %	\$ 2.764.976	\$ 2.395.958	13,35 %	\$ 94	\$ 111
Abril	\$264.229.840	\$244.734.957	\$ -19.494.883	7,38 %	\$ 2.688.733	\$ 2.528.535	5,96 %	\$ 98	\$ 97
Mayo	\$257.560.235	\$244.734.957	\$ -12.825.278	4,98 %	\$ 2.496.100	\$ 2.416.688	3,18 %	\$ 103	\$ 101
Junio	\$223.587.114	\$234.642.563	\$ 11.055.449	-4,94 %	\$ 2.032.615	\$ 2.226.650	-9,55 %	\$ 110	\$ 105
Julio	\$233.976.875	\$264.919.744	\$ 30.942.869	-13,22 %	\$ 2.582.428	\$ 2.598.834	-0,64 %	\$ 91	\$ 102
Agosto	\$252.957.763	\$264.919.744	\$ 11.961.981	-4,73 %	\$ 2.611.969	\$ 2.651.783	-1,52 %	\$ 97	\$ 100
Septiembre	\$229.090.341	\$234.171.164	\$ 5.080.823	-2,22 %	\$ 2.753.658	\$ 2.412.655	12,38 %	\$ 83	\$ 97
Octubre	\$237.286.586	\$254.827.350	\$ 17.540.764	-7,39 %	\$ 3.020.607	\$ 2.581.167	14,55 %	\$ 79	\$ 99
Total	\$2.452.706.124	\$2.475.576.482	\$ 22.870.358	-0,93 %	\$25.881.979	\$24.206.269	6,47 %	\$ 95	\$ 102

Tabla 20: "ERR departamento logística"

CONCLUSIONES

A través de la implementación de estrategias como la optimización de flota y la validación de precios de ruta, se logró una mejora significativa en la eficiencia operativa, lo que se vio reflejado en una reducción sustancial de los costos logísticos en el centro de distribución de Santiago de Alifrut S.A. La optimización de las tarifas de ruta fue la que más impacto tuvo, considerando los costos fijos y variables, se logró ajustar los precios de manera más precisa, mejorando la rentabilidad de la operación.

La creación de reportes interactivos en Power BI permitió una visualización más clara y dinámica de la flota de transportes, proporcionando un análisis detallado sobre su porcentaje de utilización. Gracias a esta herramienta, se pudo identificar de manera precisa qué transportes y rutas presentaban baja eficiencia operativa, lo que evidenció oportunidades de mejora en la distribución de los recursos logísticos.

Este análisis no solo facilitó la identificación de camiones con baja carga, sino que también permitió evaluar tendencias de uso, comparar el desempeño de diferentes empresas transportistas y detectar patrones en la distribución que anteriormente no eran evidentes con métodos tradicionales. La visualización interactiva de los datos posibilitó una comprensión más intuitiva y ágil para la toma de decisiones, eliminando la necesidad de revisar extensos volúmenes de información de manera manual.

Por otra parte, el impacto del polinomio de rutas fue más inmediato debido a que permitió calcular y renegociar un nuevo precio de ruta más ajustado a los costos reales, integrando gastos fijos, gastos variables y el margen de rentabilidad para los transportistas. Este modelo resultó en una propuesta más precisa y rentable para las rutas de transporte, contribuyendo de gran forma a la reducción de costos.

Finalmente, el apoyo en la implementación del sistema de gestión de transporte (TMS) permitió corregir los problemas de georreferencia y mejorar la integración con el ERP SAP. Esto contribuyó a la planificación de rutas más eficientes, optimizando los tiempos de entrega y reduciendo los costos asociados.

RECOMENADACIONES

Las siguientes recomendaciones surgen a partir del análisis y optimización de la flota de transportes, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y reducir costos. Sin embargo, es importante destacar que la implementación de estas sugerencias quedará a criterio y la decisión final del gerente de Logística el Sr. Claudio De La Guarda.

Una de las recomendaciones más relevantes que sugerí en el transcurso de este proyecto fue priorizar los despachos de clientes de alto volumen sin restricciones horarias en una segunda vuelta. Esto se debe a que, al enviar un camión por segunda vez en el mismo día desde la planta, no es necesario volver a incurrir en los costos fijos asociados al polinomio de pago de rutas, tales como seguros, pagos de permiso de circulación, leasing y otros costos que fueron cubiertos en el primer despacho. Esta estrategia permite maximizar el uso de recursos, evitando asignar camiones adicionales y reduciendo costos operativos sin afectar el cumplimiento de los pedidos.

Además gracias al análisis de demanda y la sugerencia de una nueva configuración de la flota en los periodos con mayor demanda, se ha identificado que es fundamental contar con transportes de tara superior a 5000Kg. Esto se debe a que gran parte de la demanda en estos periodos proviene de las grandes cadenas de supermercados cuyos volúmenes de pedido requieren una mayor capacidad de carga para optimizar la distribución y reducir cantidad de viajes necesarios.

ANEXOS

GLOSARIO PALABRAS CLAVES:

TARA: Término para describir la capacidad de carga de los distintos tipos de transportes utilizados en la distribución

NUMERO TRANSPORTE: Número de 10 dígitos que se asigna a un pedido realizado por un cliente para que posteriormente se genere una orden de trabajo en cámara y luego este número de transporte se asocia a un camión de distribución. (Un camión puede tener 1 o más número de transporte)

TMS: Es una plataforma tecnológica diseñada para planificar, ejecutar y optimizar las operaciones de transporte de mercancías. Su objetivo es mejorar la eficiencia logística, reducir costos y proporcionar visibilidad en tiempo real de la cadena de suministro.

SEGUNDA VUELTA: Se refiere a una nueva ruta que realiza un transporte después de completar su primera ruta asignada. Su objetivo es atender los requerimientos de clientes que no fueron cubiertos en la primera vuelta, ya sea por limitaciones de capacidad, ajustes de última hora o nuevas solicitudes.

CAMIONES DE RUTA: Transporte generalmente de mayor capacidad, designados para atender a grandes clientes como por ejemplo supermercados, casinos, mercados de abasto.

CAMIONES DE COBERUTRA: Transporte designado para atender a clientes más pequeños como almacenes y pequeños comercios con ventas a menor escala. Estos transportes, con una carga útil inferior a los camiones de ruta, son más ágiles y flexibles, permitiendo realizar entregas de menor volumen a zonas de difícil acceso y con mayor frecuencia.

BIBLIOGRAFÍA

- *Bencina en línea.* (s/f). Bencinaenlinea.Cl.
<https://www.bencinaenlinea.cl/>
- Beriostain, C., & Miguel, J. (2013). *Identificación y diseño de mejoras en la logística de distribución nacional de un distribuidor vitivinícola.*
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/114876>
- Conoce cuánto podría aumentar el precio de la luz durante el 2024. (2024, enero 11). *El Mostrador.* <https://www.elmostrador.cl/datos-utiles/2024/01/11/conoce-cuanto-podria-aumentar-el-precio-de-la-luz-durante-el-2024/>
- *Índice de Costos del Transporte.* (s/f).
<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/indices-de-precio-e-inflacion/indice-de-costos-del-transporte>
- Manzo, M. (2020, enero 22). *Renovar Permiso de Circulación Camiones y Similares. - I. Municipalidad de San Antonio.* Sanantonio.cl; I. Municipalidad de San Antonio. <https://www.sanantonio.cl/servicios/portal-servicios/tramites-por-unidades/item/8905-renovar-permiso-de-circulacion-camiones-y-similares.html>
- *Ocupación y desocupación.* (s/f).
<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/mercado-laboral/ocupacion-y-desocupacion>
- ¿Qué es SAP S/4HANA? (2023, diciembre 21). *Ibm.com.*
<https://www.ibm.com/mx-es/topics/sap-s4hana>
- *Última Milla en Chile: los protagonistas de la tendencia en transporte urbano analizan el fenómeno.* (s/f). *Diariofinanciero.Cl.*
<https://garage.diariofinanciero.cl/ultima-milla-en-chile-los-protagonistas-de-la-tendencia-en-transporte-urbano-analizan-el-fenomeno/>
- Faúndez Pino, J. L. (2023). *Modelo de optimización de pedidos que minimiza el costo de transporte de una empresa del rubro de fertilizantes* [Trabajo de titulación de Ingeniero Civil Industrial, Universidad Finis Terrae]

- Navarro Cifuentes, Daniela – Aracena Orsola, Julia (2017). *Modelo para optimización de rutas de transporte secundario en Agrosuper comercial. (s/f).* *Repositoriobibliotecas.uv.cl*, <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/760>