



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA SIMULACIÓN DEL MODELO CORRECTO DE
RUTAS QUE MINIMICE LOS COSTOS DE DISTRIBUCIÓN Y AUMENTE EL CUMPLIMIENTO
DE ENTREGAS EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS UBICADA EN
GUATEMALA A TRAVÉS DE UN *SOFTWARE* DE RUTEO LÓGICO**

José Pablo Tobar Cardona

Asesorado por MSc. Ing. Esther Nohemí López Coloma

Guatemala, noviembre 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA SIMULACIÓN DEL MODELO CORRECTO DE
RUTAS QUE MINIMICE LOS COSTOS DE DISTRIBUCIÓN Y AUMENTE EL CUMPLIMIENTO
DE ENTREGAS EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS UBICADA EN
GUATEMALA A TRAVÉS DE UN SOFTWARE DE RUTEO LÓGICO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA DIRECCIÓN DE LA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POR

JOSÉ PABLO TOBAR CARDONA

ASESORADO POR MSC. ING. ESTHER NOHEMÍ LÓPEZ COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

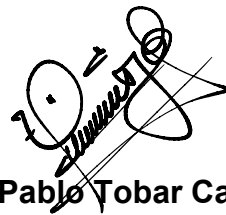
DECANO A.I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Godínez Orozco
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joaquín Juárez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA SIMULACIÓN DEL MODELO CORRECTO DE RUTAS QUE MINIMICE LOS COSTOS DE DISTRIBUCIÓN Y AUMENTE EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS UBICADA EN GUATEMALA A TRAVÉS DE UN SOFTWARE DE RUTEO LÓGICO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha octubre 2023.



José Pablo Tobar Cardona



EEPFI-PP-1476-2023

Guatemala, 7 de octubre de 2023

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Mtro. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA SIMULACIÓN DEL MODELO CORRECTO DE RUTAS QUE MINIMICE LOS COSTOS DE DISTRIBUCIÓN Y AUMENTE EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS UBICADA EN GUATEMALA A TRAVÉS DE UN SOFTWARE DE RUTEO LÓGICO**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Optimización de operaciones y procesos**, presentado por el estudiante **Jose Pablo Tobar Cardona** carné número **201800670**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestion Industrial.


Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

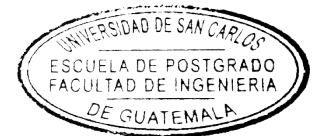
Atentamente,


"Id y Enseñad a Todos"

Esther Nohemí López Coloma
INGENIERA QUÍMICA
COLEGIADO NO. 2351


Mtra. Esther Nohemí López Coloma
Asesor(a)


Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador(a) de Maestría




Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EIMI-1384-2023

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA SIMULACIÓN DEL MODELO CORRECTO DE RUTAS QUE MINIMICE LOS COSTOS DE DISTRIBUCIÓN Y AUMENTE EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS UBICADA EN GUATEMALA A TRAVÉS DE UN SOFTWARE DE RUTEO LÓGICO**, presentado por el estudiante universitario **Jose Pablo Tobar Cardona**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in blue ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text: 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS', 'DIRECCION', 'Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial', and 'FACULTAD DE INGENIERIA'.

Mtro. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.119.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UNA SIMULACIÓN DEL MODELO CORRECTO DE RUTAS QUE MINIMICE LOS COSTOS DE DISTRIBUCIÓN Y AUMENTE EL CUMPLIMIENTO DE ENTREGAS EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS UBICADA EN GUATEMALA A TRAVÉS DE UN SOFWTARE DE RUTEO LÓGICO**, presentado por: **José Pablo Tobar Cardona** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 03/11/2023 14:24:25
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 119 CUI: 3632204100115

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Porque me ha ayudado, guardado y llenado de sabiduría en el gran trayecto de vida estudiantil que he llevado todos estos años y porque sin él no soy nada.

Mis padres

César Tobar por siempre apoyarme en todos los aspectos de mi vida, por su gran ejemplo de humildad y por siempre guiarme por el camino correcto.

Hilce Cardona porque desde pequeño siempre me ha apoyado para poder sobresalir y tener éxito en la vida y por su amor incondicional.

Hipolito Cardona porque, aunque biológicamente no es mi padre, siempre ha sido un pilar fundamental en mi vida y me ha permitido triunfar a través de todo el apoyo y amor hacia mí.

Mis hermanos

Astrid, Edgar, Abigail y Marisol Tobar por siempre estar a mi lado, creer en mí y brindarme todo su cariño en los momentos que más lo he necesitado.

Mis abuelos

Marta Recinos, Marta Javier, Juan Tobar y José Cardona (q. e. p. d.) por sus sabios consejos y enseñanzas.

Mis tíos

Irma Hernández (q. e. p. d), Aleccy Hernández, Leonel Cardona, Elizabeth Cardona, William Cardona, Judith Cardona, Ruben Tobar, Juan Tobar, Magaly Tobar, Silvia Tobar y Maritza Tobar (q. e. p. d.) por su apoyo en todo momento.

Ingeniera

Saadeth Arreaza por confiar en mi potencial y brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente de mejor forma.

Mis primos

Por ser parte de mi vida y apoyarme en todo lo que pudieron.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el alma máter que me permitió formarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por poseer a grandes profesionales que sentaron las bases del conocimiento adquirido a lo largo de la carrera.
Mis amigos	Adriana Hernández, Josué Ochaita, Estefany Hernández, Abigail López, Joselin Castro, Tiffany y Marelyn Juárez, Yessica Chinchilla, Azael Llamas, Mailin Canté, Audrie del Cid, Romeo Cifuentes, Jaime Estupinian, Christopher Santizo, Marlon Roa, Regina Palma y Angelina Alonzo, por acompañarme en este proceso largo de mi vida.
Mi asesor	MSc. Ing. Esther López porque a través de sus aportes estoy logrando este gran triunfo de vida.
Mi jefe	Alfredo Barrientos por apoyarme en mi formación profesional.
Mis compañeros de trabajo	Edvin Vargas y Fernando Zúñiga por aportar sus conocimientos conmigo lo cual me ha ayudado a tener un aprendizaje continuo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general	9
3.2. Descripción del problema	10
3.3. Formulación del problema	11
3.3.1. Pregunta central	11
3.3.2. Preguntas Auxiliares	11
3.4. Delimitación del problema	12
3.4.1. Límite temporal	12
3.4.2. Límite geográfico	12
3.4.3. Límite espacial	12
3.5. Viabilidad	12
3.6. Consecuencias de la investigación	13
3.6.1. De realizarse	13
3.6.2. De no realizarse	14
4. JUSTIFICACIÓN	17

5.	OBJETIVOS.....	19
5.1.	General	19
5.2.	Específicos.....	19
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	21
7.	MARCO TEÓRICO	23
7.1.	Información general de la empresa.....	23
7.1.1.	Historia y fundación.....	23
7.1.2.	Ubicación.....	24
7.1.3.	Instalaciones	24
7.1.3.1.	Centro de Distribución.....	24
7.1.4.	Capacidad de distribución	24
7.1.5.	Flota de distribución	25
7.1.6.	Estructura organizacional.....	25
7.2.	Cadena de suministros	26
7.2.1.	Centro de Distribución.....	27
7.2.2.	Área de transporte.....	27
7.2.2.1.	Importancia del transporte en logística.....	28
7.2.2.2.	Personal operativo de transporte	29
7.2.2.3.	Personal administrativo de transporte ..	29
7.2.3.	Rutas lógicas.....	30
7.2.4.	Costos	30
7.2.4.1.	Tipos de costos	31
7.2.4.2.	Costos de distribución.....	31
7.2.4.2.1.	Pago de viáticos.....	32
7.2.4.2.2.	Salarios y sueldos	33

	7.2.4.2.3.	Arrendamiento de vehículos	33
	7.2.4.2.4.	Unidades de refrigeración	34
	7.2.4.2.5.	Consumo de combustibles	35
	7.2.4.2.6.	Consumo de llantas (neumáticos).....	36
	7.2.5.	Servicio al cliente	36
	7.2.5.1.	Satisfacción del cliente	37
	7.2.5.2.	Insatisfacción del cliente	38
	7.3.	<i>Software</i> de transporte	38
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS		39
9.	METODOLOGÍA.....		43
	9.1.	Características del estudio	43
	9.2.	Unidades de análisis	44
	9.3.	Variables	46
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN		55
	10.1.	Herramientas estadísticas	55
	10.1.1.	Media.....	55
	10.1.2.	Moda.....	56
	10.1.3.	Varianza y desviación estándar	56
11.	CRONOGRAMA.....		59

12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	61
12.1.	Recursos Humanos.....	61
12.2.	Recursos tecnológicos	61
12.3.	Recursos materiales	62
13.	REFERENCIAS	65
14.	APÉNDICES	69
15.	ANEXOS	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Esquema de solución.....	22
Figura 2.	Estructura organizacional	26
Figura 3.	Sistema de refrigeración de vehículos	35
Figura 4.	Cronograma de actividades.....	60

TABLAS

Tabla 1.	Variables en estudio	46
Tabla 2.	Matriz de consistencia	49
Tabla 3.	Recursos necesarios para la investigación.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar
\underline{X}	Media aritmética
\hat{X}	Moda
Σ	Sumatoria
n	Tamaño de la muestra
N	Tamaño de la población
Z	Tipificación del nivel de confianza de la distribución normal
σ^2	Varianza

GLOSARIO

Costos	Montos asociados con la producción o prestación de bienes y servicios que generan valor en una empresa.
Cumplimiento	Acto de cumplir o adherirse a reglas, regulaciones, estándares o requisitos específicos, generalmente en el contexto de la regulación gubernamental o estándares de la industria.
Distribución	Proceso de mover productos o servicios desde el fabricante o proveedor hasta los consumidores finales a través de una red de canales, intermediarios y puntos de venta.
Eficacia	Capacidad de lograr un resultado deseado o alcanzar un objetivo específico. Se trata de hacer lo correcto y obtener resultados positivos.
Eficiencia	Capacidad de hacer algo utilizando la menor cantidad de recursos posibles, como tiempo, dinero o energía. Implica minimizar el desperdicio y maximizar la productividad.
Geolocalización	Capacidad de determinar la ubicación geográfica exacta de un objeto, persona o dispositivo utilizando

tecnología como el GPS u otros sistemas de posicionamiento.

Logística

Gestión de los procesos de planificación, implementación y control del flujo de bienes, servicios e información a lo largo de la cadena de suministro, desde el punto de origen hasta el punto de consumo.

Optimización

Proceso de encontrar la mejor solución o configuración posible en un conjunto de opciones o recursos limitados para alcanzar un objetivo específico.

Rentabilidad

Capacidad de generar ganancias o beneficios en relación con los costos o la inversión realizada en una actividad o negocio.

Restricciones

Limitaciones o condiciones que restringen o limitan la capacidad de realizar ciertas acciones o alcanzar objetivos específicos.

Rutas

Caminos o trayectos específicos que se siguen para llegar desde un punto de origen a un destino determinado, como en el transporte o la navegación.

Servicio

Provisión de valor o asistencia a clientes, ya sea en forma de productos, apoyo técnico, atención al cliente u otros tipos de ayuda.

Sistematización	Creación y uso de sistemas o procesos organizados y estructurados para llevar a cabo tareas o actividades de manera eficiente y consistente.
Software	Conjunto de programas, instrucciones y datos que permiten a una computadora realizar tareas específicas. Puede incluir aplicaciones, sistemas operativos y otros programas informáticos.
Transportes	Medios y sistemas utilizados para mover personas o mercancías de un lugar a otro, como vehículos, ferrocarriles, barcos, aviones, entre otros .
Ventaja competitiva	Capacidad de una empresa para superar a sus competidores al ofrecer productos o servicios de mayor valor, calidad o innovación que satisfacen las necesidades del mercado de manera más efectiva.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación de sistematización está enfocada en la línea de investigación del área de operaciones, en la optimización de operaciones y procesos con el fin de mejorar el indicador de entregas en tiempo de pedidos hacia clientes y disminuir los costos asociados a la distribución en una empresa dedicada a la importación, producción, distribución y comercialización de productos de consumo masivo, ubicada en Mixco, Guatemala.

La razón nace por la necesidad de incrementar la eficiencia en la operación del área de transportes, atacando cada una de las causas que provocan las llegadas fuera de tiempo y los altos costos de distribución, dado que estos factores perjudican directamente a la rentabilidad de la empresa al no satisfacer las necesidades de los clientes y al invertir más recursos de los necesarios en la operación.

La importancia de la realización de esta investigación es mejorar la operación de la empresa con un sistema de rutas lógicas de distribución que permitan aprovechar al máximo los recursos destinados en su ejecución con el fin de lograr la disminución de costos y generar mayor fidelidad de los clientes a causa de un cumplimiento de tiempos de entrega más acertado y así impacte de manera positiva en la rentabilidad del negocio.

Los beneficios de realizar esta investigación están ligados con un análisis minucioso de cada uno de los factores que conforman los costos de distribución para poder disminuirlos con una planificación de rutas lógicas sistematizada y parametrizada con ventanas horarias coherentes en cada punto de entrega y

direcciones correctas con geolocalizaciones lo que permitirá un descenso en el pago de viáticos, horas extras, combustibles y arrendamiento de vehículos, generando de esta manera mejores resultados en términos monetarios y de satisfacción al cliente.

El esquema de solución para esta investigación será a través de la toma de información con entrevistas hacia las áreas involucradas, recabando información de las diferentes variables que influyen en el alto nivel de incumplimiento en entregas de pedidos hacia clientes, lo cual incluye los horarios de recepción, direcciones de entrega, capacidades de distribución y costos de operación, y analizando la forma en la cual se generan las rutas de transporte para la identificación de los puntos de mejora.

A continuación, se detalla una breve descripción del contenido a desarrollar en cada uno de los capítulos del índice, el cual comienza con los antecedentes que reflejan investigaciones previas al trabajo que permitirán encontrar alternativas y aportes desde diferentes perspectivas para analizar de manera más adecuada el problema a tratar. El marco teórico está compuesto por diferentes subcapítulos que ayudarán a comprender conceptos claves de esta investigación. En el desarrollo de la investigación se enlistan las fases a realizar para la resolución del problema central. La presentación de resultados se detallará por cada objetivo específicos. Todos los capítulos mencionados anteriormente se entrelazarán para mostrar las conclusiones del trabajo que se efectuará.

2. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de la presente investigación se tomará como base investigaciones relacionadas con la generación de rutas lógicas para la eficiencia de los procesos logísticos, las cuales aportarán conocimientos esenciales para el desarrollo de esta investigación, tomando en consideración variables como ventanas horarias, costos de distribución y nivel del servicio al cliente.

La eficiente distribución de productos es fundamental para el éxito de las empresas en el sector comercial. En este contexto, la aplicación de rutas lógicas se ha convertido en una herramienta invaluable. Las rutas lógicas son planes estratégicos que permiten optimizar la entrega de productos, minimizando costos y tiempos, al mismo tiempo que maximizan la satisfacción del cliente. A través de la planificación cuidadosa de rutas basadas en datos y análisis, las empresas de distribución pueden lograr una gestión más efectiva de su cadena de suministro.

Heer (2022) detalló que es de suma importancia la aplicación de técnicas de recolección de información para medir la satisfacción hacia los clientes con el fin de identificar y analizar los puntos de mejoramiento y así poder generar estrategias que logren el máximo aprovechamiento de los recursos de las organizaciones. Por lo cual, Heer buscó un modelo el cual le brindara mejorar la atención a los consumidores, por lo que implementó un sistema de mejora continua enfocado en poder optimizar el proceso de atención y así lograr una mejor fidelización y retención de los clientes. A través de su estudio obtuvo retroalimentaciones de las partes involucradas reflejadas en sugerencias que permitieron cambios cruciales en la operación logrando un equilibrio entre servicio y utilidades. De igual forma dedujo que el nivel de servicio puede

incrementarse al mejorar los tiempos de entrega, reducir los tiempos de despacho y disminuyendo las inconformidades en las entregas perfectas. El aporte para esta investigación serán considerar de qué maneras se puede proveer un servicio adecuado a los clientes al poder tomar en cuenta sus opiniones con el objetivo de que la operación sea beneficiosa para todas las partes involucradas en el proceso.

La aplicación de la tecnología en las operaciones de las empresas ha sido cada vez más fuerte utilizando modelos matemáticos, tal y cómo lo refleja León (2021) a través de la implementación de un *software* que permitió realizar la repartición de vehículos para la distribución de productos. Esta recopilación tuvo como objetivo ofrecer un acercamiento a lo importante del uso de la tecnología para mejorar los procesos internos de las empresas. Para elaborar el modelo primero se analizó la situación actual de la empresa y los tiempos que eran necesarios para brindar servicio a un total de 27 clientes, clasificados en diferentes rutas diarias, de lunes a sábado. El modelo fue implementado luego en GAMS mostrando la forma óptima para el reparto de productos, lo cual les permitió minimizar los costos de distribución. El aporte para esta investigación serán los resultados que mostraron que es posible mejorar el servicio, minimizando los tiempos de entrega a través de herramientas tecnológicas con el fin de aumentar las utilidades de las empresas a través del uso de la tecnología.

Terán (2020) en su tesis dedujo que el transporte es considerado como uno de los costos logísticos más representativos en las organizaciones, y esto se pudo reafirmar dados todos los factores que influyen en este rubro, como lo fueron salarios, mantenimientos, jornadas laborales, repuestos, arrendamientos, depreciación, entre otros. En su estudio, rediseñó la red de distribución mediante el estudio de localización y capacidad de los centros de distribución a través del desarrollo de modelos matemáticos con el fin de minimizar costos y que el

servicio al cliente fuera más eficiente. El aporte para esta investigación estará relacionado con la verificación de los costos asociados a una distribución óptima, con el fin de poder realizar un análisis costo beneficio para la toma de decisiones en cuestión de inversiones relacionadas con diferentes propuestas de software de ruteos lógicos, lo que permitirá que las operaciones de la empresa estén mejor alineadas con obtener resultados representativos y positivos en el P&L.

Reyes (2020) hizo notar lo necesario de diferentes variables para una planificación de rutas óptimas, tales como la consideración de la demanda de pedidos y despachos en un período determinado, esto con el fin de anticiparse ante una carencia de recursos que impidan que las operaciones de las empresas puedan efectuarse correctamente. Ronquillo expresó que el modelo de ruteo CVRPTW fue implementado y complementado con un *software* de gestión logística App Web que permitió medir y realizar monitoreo en tiempo real de las entregas al cliente para sus planificadores y optimizó el tiempo de trabajo a la vez que se realiza mejoras en la asignación de actividades. Esto le permitió la reducción de costos en un 4 %, mejorando así la utilidad de la empresa. Por lo tanto, el aporte para esta investigación será que para el levantamiento de un desarrollo de ruteo lógico es necesario analizar con el área comercial de la empresa y la cadena de suministros, la planificación de la demanda, con el fin de poder adaptar cualquier modelo dependiendo de los puntos altos de ventas durante un período determinado. Al anticiparse con la demanda también se podrá considerar los recursos que serán necesarios para que la planificación de rutas no tenga inconvenientes en su efectucción.

Carrillo (2020) en su tesis expresó que, para poder cumplir con los tiempos de entrega, minimizando el error que existe entre el tiempo real establecido por el cliente con el tiempo estimado, se tuvo que realizar un algoritmo de selección de rutas de manera adaptativa a través de parámetros del modelo difuso. El

método que él propuso fue un método heurístico llamado colonia de abejas artificiales. Los resultados de esta investigación permitieron realizar el cálculo más preciso y exacto de los tiempos mencionados anteriormente. De igual forma detalló el porcentaje de error permisible en sus cálculos de tiempos, siendo estos del 10 %. Carrillo implementó la metodología ABC en la selección de rutas logrando que los valores fueran dinámicos y adaptados a las condiciones del entorno de manera eficiente y con un error no significativo. El aporte para esta investigación será considerar alternativas que resulten efectivas, analizando herramientas diversas para la selección de rutas lógicas dentro de un territorio, dando de esta manera un panorama más amplio para que no existan inconvenientes en la planificación y que las variables utilizadas estén alineadas completamente con la operación como tal.

Iza (2021) en su trabajo de investigación reflejó que la metodología para el análisis de rutas es a través de la utilización de criterios técnicos que evalúen los elementos más relevantes en la distribución, comparando la situación previa realizada de manera empírica, lo cual genera atrasos y problemas operativos y económicos al estar expuestos al error de la manipulación humana y después de la implementación se empleó una metodología cuantitativa, optando por diseños y modelos de rutas cortas utilizando complementos de Excel como lo es Solver, logrando optimizar la distancia de 4 rutas de estar creando 7 rutas anteriormente. Estos resultados mostraron valores sumamente significativos en criterios monetarios ascendiendo a sumas de más de 2 millones de dólares. Por lo cual, el aporte para esta investigación estará relacionado con el cambio de modelos empíricos realizados por manipulación humana y optar por alternativas tecnológicas que no solo minimicen tiempos de planificación y de las rutas como tal, sino que también optimicen los costos asociados con la distribución para la mejora en las utilidades de la empresa.

Cada uno de estos hallazgos respaldan y permiten identificar la importancia de la aplicación de *software* de ruteos lógicos para la optimización de recursos en el área de operaciones.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para una empresa de distribución, una de las principales áreas que deben gestionarse de manera eficiente y eficaz, es el área de operaciones. Sin embargo, para esta organización, existen dificultades en el manejo y planificación de rutas, lo cual hace que los costos de distribución sean altos y el nivel de cumplimiento en tiempos de entrega no sea el esperado por los clientes, lo cual afecta a la rentabilidad y competencia de la empresa en su mercado.

3.1. Contexto general

La empresa donde se realizará la investigación se dedica a la producción, importación, distribución y comercialización de diferentes productos la cual se encuentra con un alto nivel de incumplimiento en tiempos de entrega en sus despachos, debido a una mala planificación de rutas que se deriva de diversos factores tales como las ventanas horarias muy cerradas, los puntos de distribución dispersos, la base de datos desactualizada en cuanto a direcciones de los clientes, pesos y volúmenes de los ítems de inventario, entre otros, provocando altos costos para el área de transportes.

Dicho problema también surge a raíz del crecimiento de clientes que ha tenido la empresa en los últimos 7 años, por tal razón se ha generado un descontrol en el sistema de distribución. Dados los altos costos e incumplimiento en tiempos de entrega, a principios del año 2020 se inició un plan de implementación de un *software* de ruteo lógico al cual no se le dio seguimiento dada la crisis mundial que se vivió por causa de la pandemia de COVID-19, por lo tanto, no se consiguieron resultados.

3.2. Descripción del problema

La alta generación de incumplimiento en tiempos de entrega de pedidos es de suma relevancia para la rentabilidad de la empresa, dado el nivel de satisfacción bajo que los clientes reflejan, lo cual genera descontento, reclamos e inclusive la pérdida de fidelidad de estos. Lo que se puede apreciar bajo este nivel de insatisfacción son las carencias de una planificación de rutas lógicas, tomando en consideración diferentes variables, tales como ventanas horarias, días de entrega, zonas de transporte y ubicaciones, por lo que, si los elementos anteriores no están alineados correctamente, no solo no se logran cumplir con las expectativas de los clientes, sino que el costo por servir se incrementa exponencialmente. De igual forma, por la carencia de datos maestros correctos, la planificación de rutas se extiende en tiempos sumamente altos, lo cual impide una eficiencia en este proceso, generando trabajos repetitivos y extensiones en las jornadas laborales.

Las diferentes áreas de trabajo de esta empresa carecen de una comunicación efectiva, lo cual se refleja en la planificación, desde la toma errónea de datos de los clientes de manera frecuente, los pedidos colocados fuera del horario del corte de suministro, la puesta de pedidos en áreas donde no están contemplados los despachos y la exigencia de los diferentes departamentos involucrados que únicamente velan por sus intereses laborales y no por los de la compañía en general.

Dadas estas diferencias y dificultades, no se logra un ruteo lógico eficiente. Históricamente las rutas departamentales duran hasta tres días y es acá donde los costos se incrementan considerablemente en pago de viáticos, lo cual incluye hospedaje y tiempos de comida, el consumo excesivo de combustible por los

recorridos amplios y por las horas de ThermoKing encendido y las horas extras pagadas tanto a pilotos como auxiliares de ruta.

3.3. Formulación del problema

Existe un costo de distribución elevado y un bajo nivel de cumplimiento en tiempos de entrega de pedidos hacia clientes en un 60 % en una empresa de distribución de alimentos ubicada en Mixco, Guatemala.

3.3.1. Pregunta central

¿Cuál es el modelo correcto de sistema de distribución de rutas lógicas que logrará la minimización de costos y aumente el nivel de cumplimiento en entregas en una empresa dedicada a la distribución de productos de consumo masivo?

3.3.2. Preguntas Auxiliares

- ¿Cuáles son los factores asociados al incremento de los costos asociados a la distribución de insumos en una empresa dedicada a la producción, importación, distribución y comercialización de productos de consumo masivo?
- ¿Cuáles son las causas del bajo nivel de cumplimiento en tiempos de entrega de pedidos en una empresa dedicada a la distribución de productos de consumo masivo?
- ¿Qué beneficios provee la generación de un nuevo modelo de sistema de despachos para una empresa de distribución y comercialización de productos de consumo masivo?

3.4. Delimitación del problema

A continuación, se presentará la delimitación temporal, geográfica y espacial del trabajo de investigación.

3.4.1. Límite temporal

La presente investigación se llevará a cabo del 07 de octubre del año 2023, hasta finalizar en el mes de noviembre del 2024.

3.4.2. Límite geográfico

La investigación se llevará a cabo en una empresa dedicada a la producción, importación, distribución y comercialización de productos de consumo masivo ubicada 2 de Mixco, Guatemala.

3.4.3. Límite espacial

La investigación se llevará a cabo en el área de distribución de una empresa que se dedica a la producción, importación, distribución y comercialización de productos de consumo masivo.

3.5. Viabilidad

La investigación que se realizará es viable dado que se tiene acceso a la información requerida para poder llevarla a cabo, de igual forma el acceso a los recursos utilizados como los humanos, financieros y tecnológicos son simples y sencillos, lo cual permite que no existan obstáculos en la recolección y análisis de los datos.

3.6. Consecuencias de la investigación

A continuación, se presentarán las consecuencias que conlleva la realización y no realización de esta investigación.

3.6.1. De realizarse

Las consecuencias de realizar esta investigación son beneficiosas para la organización, dado que, a través de esta se pueden identificar las áreas y los procesos afectados en la mala distribución y planificación de rutas de transporte. El análisis tiene el alcance desde la información de los datos maestros de la base de datos hasta la distribución final de los productos hacia los clientes con el fin de poder tomar acción para una mejora en la rentabilidad de la empresa. De igual forma, se analizarían el aprovechamiento que traería un plan de rutas lógicas automatizadas a través de un *software* y paralelamente realizar la comparación con lo que actualmente opera la empresa elaborando una relación costo beneficio para la toma de decisiones óptima.

Al realizar esta investigación también se lograría evaluar la forma de operar actualmente de la empresa en cuestión de convenios en los horarios de entrega de los clientes, a manera tal que estos puedan ser más lógicos dependiendo su geolocalización en el mapa, buscando tener buenas negociaciones en los tiempos de entrega.

Entre los beneficios de realizar la investigación se encuentra una eficiencia en los tiempos de planificación de rutas, dado que actualmente el tiempo empleado es sumamente elevado y, con esto, se lograría garantizar de mejor manera que todos los clientes sean incluidos en las rutas o para prever

inconvenientes con mayor tiempo, a manera tal que el período utilizado para picking y carga de camiones sea suficiente y así no generar atrasos en las rutas.

De igual forma, los tiempos de llegada con los clientes, teniendo en cuenta una buena planificación y que todos los puntos hayan sido tomados en cuenta, se puede incrementar el porcentaje de cumplimiento en horas de llegada acordadas con los clientes, aumentando así su nivel de satisfacción y fidelidad de estos, considerando que, entre mejor sea el nivel de servicio, las ventas y utilidades de la empresa crecerían.

Por consiguiente, con estos elementos detallados anteriormente, los gastos de distribución serían más bajos, porque se reducirían los kilómetros recorridos, el arrendamiento de vehículos, el pago de horas extras y los viáticos utilizados por los pilotos de distribución al implementar una planificación eficiente.

3.6.2. De no realizarse

Las consecuencias de no realizar la investigación son altas, dado que no se lograría identificar la causa raíz del problema de una mala planificación y la insatisfacción alta del servicio que los clientes reciben al despecharles sus pedidos fuera de tiempo. La operación del área de distribución se quebraría cada día y los tiempos efectuados en la planificación se mantendrían elevados. De igual forma, por parte del personal existiría descontento al no poder tener un punto de partida para la mejora en los procedimientos que permitan reducir las extensas horas laborales, por lo cual, no existiría interés en mejorar las entregas en tiempo afectando en general a toda la operación

De igual forma, se seguiría con malas prácticas al momento de la creación de nuevos códigos de cliente, específicamente en la toma de sus direcciones, por

no existir una política o procedimiento establecido de cómo se debería realizar esta actividad, esto a raíz de la falta de manuales de procesos en toda el área de operaciones.

Las ventanas horarias para la distribución de productos hacia los clientes seguirían erróneas o no lógicas, impidiendo que las entregas se realicen en tiempo en su totalidad porque se siguen dando malas negociaciones o convenios con estos, un claro ejemplo es cuando dos clientes en diferentes zonas solicitan el pedido en el mismo horario.

También se continuaría teniendo un alto tiempo empleado en la planificación de rutas, retrasando otros procedimientos como lo es el picking y carga de camiones, corriendo el riesgo de que algunos clientes no sean incluidos en las rutas o que algunos de ellos sean asignados en rutas incorrectas, incrementando aún más el tiempo de entrega.

Esto provocaría que las llegadas hacia los puntos de distribución no sean las acordadas, consiguiendo un porcentaje de incumplimiento igual o menor al actual que vive la empresa, haciendo que la insatisfacción en el servicio genere una pérdida en la cartera de clientes y, posteriormente pérdida en las ventas, afectando las utilidades de la empresa.

Los gastos de distribución seguirían en montos elevados, no logrando eficiencia y eficacia en el proceso de reparto, provocando disgustos en los altos mandos y que esto pueda conllevar a incrementar la rotación del personal administrativo de operaciones y esto puede conllevar a que los procesos tengan más errores en la planificación por tener que capacitar a nuevos empleados en el área.

4. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de realizar esta investigación nace a raíz de la mala planificación en rutas de distribución en todo el país, por no contar con direcciones correctas, geolocalización y ventanas horarias con cada cliente, lo cual perjudica directamente al recorrido empleado en cada viaje incrementando el kilometraje y horas de trabajo. Por lo tanto, es indispensable acomodar todos los elementos analizados en esta investigación con el fin de mejorar la operación de distribución y que esta se vea reflejada en la minimización de costos y en el aumento de satisfacción de servicio al cliente.

La importancia de esta investigación está en afectar positivamente las operaciones de la empresa a través de la optimización en la logística de distribución, dado que se pueden identificar puntos de mejora como lo son los horarios, costos y nivel de servicio, atacando los mismos desde raíz y así lograr una ventaja competitiva en el mercado fortaleciendo los indicadores en términos monetarios y de satisfacción al cliente.

La motivación es esta investigación es mejorar la rentabilidad de la empresa cumpliendo con su misión y visión para generar un mayor impacto en el mercado y mantener una rentabilidad competitiva que permita el reconocimiento nacional y regional en la logística y cadena de suministro y así ser la empresa más grande en la producción, importación, distribución y comercialización de productos de consumo masivo en Guatemala y Centroamérica.

Los beneficios de realizar esta investigación son la evaluación y análisis de la disminución de costos de distribución a través de una planificación de rutas

lógicas que consideren un cambio en las ventanas horarias con cada uno de los clientes, reduciendo el pago de horas extras, viáticos, gasto de combustible y arrendamiento de vehículos, logrando de igual forma un nivel de cumplimiento alto con los clientes incrementando su fidelidad y así lograr un impacto positivo en el estado de resultados reflejado en ventas y utilidades antes de impuestos.

Los beneficiarios de esta investigación son los trabajadores administrativos del área de distribución al poder mostrarles los puntos de mejora y en qué porcentaje pudiera reducirse el tiempo empleado en la planificación de rutas, también los clientes al estar más satisfechos porque el nivel de servicio podría incrementarse considerablemente al entregar sus pedidos en el horario establecido, de igual forma los altos mandos al reducir los costos de operación impactando positivamente las utilidades de la empresa.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Simular un modelo de correcto de sistema distribución de rutas que minimice los costos de distribución y aumente el nivel de cumplimiento de entregas en una empresa distribuidora de productos ubicada en Mixco, Guatemala a través de un *software* de ruteo lógico.

5.2. Específicos

1. Examinar los factores asociados al incremento de los costos asociados a la distribución de productos de insumos en una empresa dedicada a la producción, importación, distribución y comercialización de productos de consumo masivo.
2. Analizar las causas del bajo nivel de cumplimiento en tiempos de entrega de pedidos en una empresa de distribución de productos de consumo masivo.
3. Diseñar los indicadores que evaluarán los beneficios de la generación de un nuevo modelo de sistema de despachos para una empresa de distribución y comercialización de productos de consumo masivo.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Las necesidades a cubrir con esta investigación están relacionadas con mejorar el sistema de distribución a través de la eficiencia de diferentes procesos en una empresa distribuidora de productos ubicada en Mixco, Guatemala. Por medio de la siguiente investigación se efectuará un análisis de los diferentes elementos o variables que influyen en el alto nivel de incumplimiento de entregas a pedidos a clientes, como lo son las ventanas horarias, geolocalización, planificación de rutas, costos de distribución y nivel de servicio en una empresa de distribución y comercialización de productos de consumo masivo en Mixco, Guatemala, el cual se hará en función de cómo impactaría la utilización de un *software* de ruteo lógico que permita la optimización de cada uno de los recursos involucrados en este procedimiento.

La necesidad de realizar esta investigación nace a raíz de la mala planificación en rutas de distribución en todo el país, por no contar con direcciones correctas, geolocalización y ventanas horarias con cada cliente, lo cual perjudica directamente al recorrido empleado en cada viaje incrementando el kilometraje y horas de trabajo. Por lo tanto, es indispensable acomodar todos los elementos analizados en esta investigación con el fin de mejorar la operación de distribución y que esta se vea reflejada en la minimización de costos y en el aumento de satisfacción de servicio al cliente. El poder considerar la tecnología para mejorar los procesos dentro de esta empresa es indispensable porque evita la manipulación o errores humanos que puedan darse dentro de la operatividad diaria y repetitiva como lo es actualmente.

Es importante siempre que se implemente un nuevo sistema que se capacite y oriente al personal a aceptar los cambios que serán de beneficio para ellos y para la organización, dado que el uso de tecnologías no es bien percibido por todas las personas, lo cual puede perjudicar directamente en esta investigación.

En la figura 1, se muestra el esquema de solución, el cual enumera las fases que se llevarán a cabo para practicar la investigación.

Figura 1.

Esquema de solución



Nota: La figura muestra cómo será el esquema de solución para esta investigación, enumerando las fases que se llevarán a cabo. Elaboración propia, realizado con Canva.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Información general de la empresa

Una compañía con operaciones en Guatemala desde 2001, enfocada en la distribución de productos de consumo masivo, y que posee un centro de distribución con una amplia capacidad de almacenamiento para diferentes tipos de productos, entre los cuales están secos, refrigerados y congelados. La empresa suministra una amplia gama de restaurantes en todo el país, así como también abastece a supermercados locales.

7.1.1. Historia y fundación

En 2001, la compañía se estableció inicialmente como un distribuidor nacional de excelencia con la autorización para atender la producción de diversos productos de consumo masivo. A medida que pasó el tiempo, ampliaron sus instalaciones para establecer un centro de distribución que alberga una flota de hasta 25 camiones capaces de transportar productos en condiciones congeladas, refrigeradas y secas.

En las instalaciones actuales que posee la empresa, se pueden almacenar cerca de 2,500 posiciones en pallets, entre las cuales se alberga un porcentaje para el producto seco, otro para el producto congelado y otro para el producto refrigerado. Existe de igual forma una precámara utilizada para la recepción de insumos de los diferentes proveedores.

7.1.2. Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en un punto estratégico para poder distribuir sus productos hacia las diferentes regiones del país, teniendo fácil acceso a la ruta interamericana, ruta al pacífico y carretera al atlántico, dado que se encuentra localizada en el municipio de Mixco, del departamento de Guatemala.

7.1.3. Instalaciones

La empresa posee un centro de distribución que tiene alrededor de 2,500 posiciones de pallets. De igual forma, posee un patio de maniobras que alberga alrededor de 25 camiones utilizados para transportar sus productos conforme la demanda de los diferentes clientes del país que requieran.

7.1.3.1. Centro de Distribución

El centro de distribución de la empresa es un lugar en el cual se encuentra la parte logística, entiéndase por bodegas y sistema de transporte. En dicho lugar también se encuentran las oficinas de las diferentes áreas que conforman la cadena de suministro y el área comercial.

7.1.4. Capacidad de distribución

La empresa, para satisfacer la demanda en los lugares donde se cuenta con cobertura, cuenta con diferentes tipos de flota que van desde paneles, camiones con capacidad de distribución de 3.4 toneladas, 5 toneladas, 12 toneladas y furgones con cabezales, los cuales, de manera estratégica son asignados hacia diferentes rutas con el fin de aprovechar la capacidad de estos

dependiendo de las cantidades en volumen y pesos que se requieran de manera diaria.

7.1.5. Flota de distribución

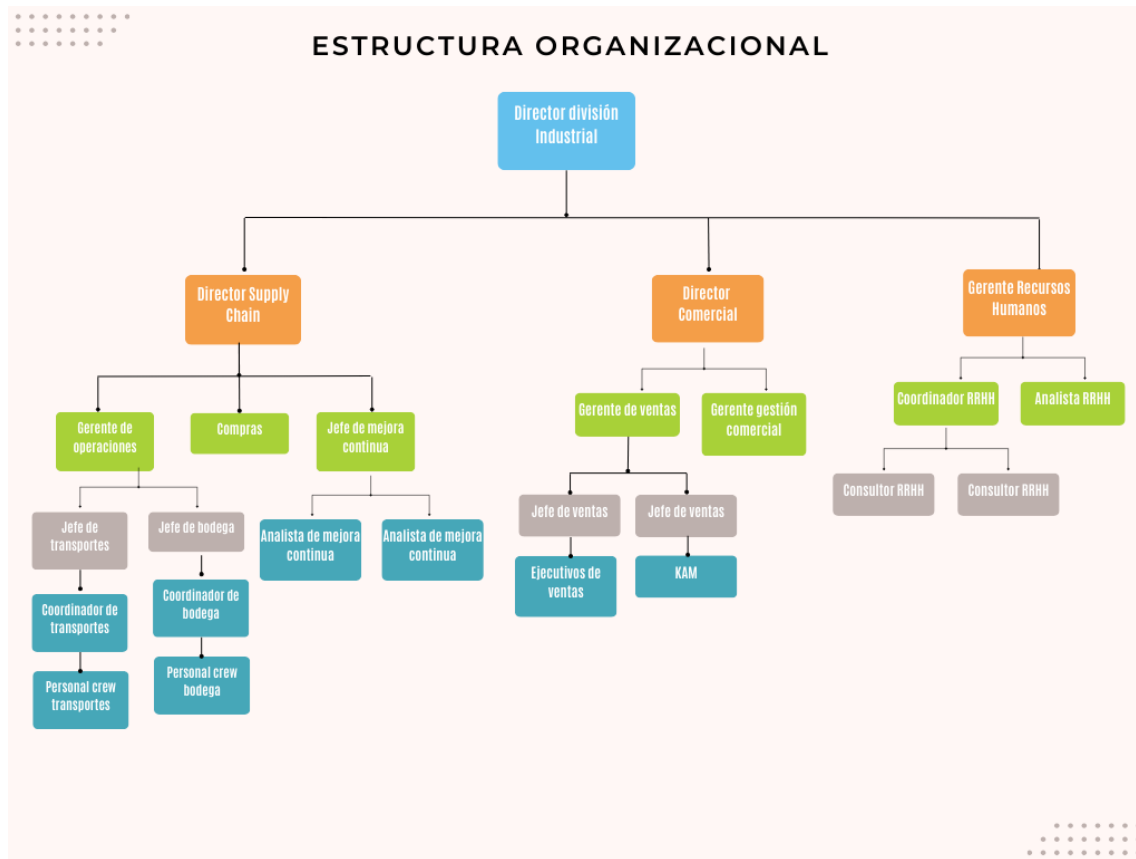
Con relación a la flota de transporte, la empresa actualmente cuenta con una base de datos, la cual les permite verificar el estado en el cual se encuentran sus vehículos, señalados por medio de su capacidad de distribución y su número de placa a través de un sistema GPS.

7.1.6. Estructura organizacional

Según Mariscal (2022), la estructura organizacional es la forma en la cual una empresa realiza la distribución de sus operaciones o actividades en diferentes áreas asignando sus respectivas atribuciones a cada trabajador, esto con el fin de alinear a todos los departamentos en alcanzar los objetivos empresariales.

La empresa distribuye sus actividades en 3 departamentos fundamentales que son: Cadena de suministros, Comercial y Recursos Humanos. A continuación, se muestra el esquema organizacional de la empresa tal y como se muestra en la figura 1.

Figura 2.
Estructura organizacional



Nota: La figura muestra cómo está distribuida la estructura organizacional de la empresa. Elaboración propia, realizado con Canva.

7.2. Cadena de suministros

Ballou (2004) relata que la cadena de suministros abarca actividades repetitivas en diferentes áreas dentro de las organizaciones, entre las cuales están la compra de insumos, almacenaje, distribución, importación y exportación de productos con el fin de llevarlos a un consumidor final.

La cadena de suministros juega un papel muy importante dentro de esta investigación, dado que es el área padre que abarca el departamento de operaciones, el área de transportes y, como tal, el sistema de distribución el cual es el encargado de la generación de rutas lógicas y todo lo relacionado con el despacho de productos hacia los clientes. Es, en otras palabras, el proceso para llevar un producto desde su fabricación hasta un destino final.

7.2.1. Centro de Distribución

Mira (2022) señala que un centro de distribución por lo regular es un espacio utilizado para la correcta gestión de la logística de las organizaciones, el cual tiene como objetivo garantizar un flujo ágil y eficaz de mercaderías o insumos desde su recepción, expedición y suministración hasta que estas son despachadas a los consumidores finales.

La función principal de los centros de distribución consiste entonces en el manejo de flujo de materiales que va desde el almacenaje al transporte. Esta área en las empresas es esencial dentro de la cadena de suministros dado que se encarga del almacenamiento, organización y despacho de productos en forma eficiente y eficaz para satisfacer la demanda de los clientes y mantener una operación fluida.

7.2.2. Área de transporte

SimpliRoute (2022) señala que la gestión de transportes es uno de los principales aspectos que conllevan a un impacto positivo dentro de las operaciones y cadena de suministros de las organizaciones. El área de transportes abarca desde la administración de la planificación hasta la operación de pilotos de distribución, por lo cual, una gestión eficiente de todas las partes

involucradas permitirá que los resultados de la administración y dirección sea beneficiosa para las empresas.

El área de transportes lo tanto se encarga de organizar y gestionar el transporte de productos por cualquier vía con el fin de que lleguen a su destino final a tiempo y en buen estado. Esto implica planificar rutas, contratar transportistas, coordinar entregas y asegurarse de que todo el proceso de transporte funcione sin problemas.

Es necesario conocer cómo opera un área de transportes, dado que es el lugar específico donde se efectuará la investigación. En esta empresa, el área de transportes se divide en personal administrativo y operativo y abarca la flotilla encargada de distribución que va desde camiones de 3.5 toneladas, 5 toneladas, 12 toneladas y furgones con capacidad de distribución de hasta 25 toneladas de producto.

7.2.2.1. Importancia del transporte en logística

La importancia del transporte en la logística se basa en la garantía de que todo lo que se programe en una ruta de distribución, pueda ser transportada sin inconvenientes desde un punto uno hacia un punto dos, sin que dentro de esta operación exista un inconformismo por parte del cliente final y que los costos asociados a dicha gestión puedan ser los óptimos para las organizaciones, según Huerta (2023).

El transporte desempeña un papel fundamental en la logística dado que permite una movilidad de productos fluida, reducción en los costos de distribución, cumplimiento en los plazos de entrega y satisfacer demanda de clientes en lugares donde exista fácil acceso, sin restricciones.

7.2.2.2. Personal operativo de transporte

El personal operativo de transportes es en el cual están incluidos los pilotos de distribución para cada tipo de flota en específico, los auxiliares de piloto que dan soporte a las entregas en las diferentes rutas y también son tomados en consideración el personal encargado del mantenimiento de los vehículos y de las unidades de refrigeración.

Los empleados de esta área desempeñan un papel fundamental dado que aseguran que los productos puedan ser transportados desde el origen o centro de distribución hasta el destinatario final que son los clientes. Sus funciones básicamente son el conducir los vehículos de reparto, descarga y entrega de productos a clientes y liquidaciones al finalizar las rutas.

7.2.2.3. Personal administrativo de transporte

El personal administrativo de transportes en el cual están incluidos el jefe de transportes, los coordinadores, analistas y auxiliares administrativos, cada uno trabajando con las atribuciones asignadas por la empresa. Dentro de las gestiones de estos trabajadores están la planificación y monitoreo de rutas, en el cual se centran las problemáticas de esta investigación.

Los empleados administrativos del área de transporte se encargan básicamente de la gestión, organización y control de la flota de transporte, la planificación de rutas, las negociaciones con el área comercial para los despachos de nuevos clientes y la coordinación adecuada y correcta de los gastos asociados con la distribución.

7.2.3. Rutas lógicas

Una ruta logística se describe como la secuencia de acciones y modos de transporte necesarios para llevar a cabo el desplazamiento de productos desde su lugar de origen hasta su destino final. Este itinerario implica la cuidadosa planificación y optimización de todos los procedimientos relacionados con el transporte, almacenamiento y distribución de los artículos, tal y como se detalla en TheLogisticsWorld (2023).

Las rutas lógicas proveen a las empresas un costo de distribución minimizado, dado que ayuda a la mejor gestión de la flota de transporte, de los horarios o jornadas laborales del personal operativo de transporte, por lo cual, todos los demás costos asociados son más beneficiosos. Esta actividad en las organizaciones es una de las cuales existe mayor deficiencia y esto puede estar asociado a diferentes factores como malas direcciones de clientes, ventanas horarias reducidas o bien por ciertas ubicaciones muy alejadas de la concentración de puntos de entrega en un recorrido.

También una ruta logística provee una mejor gestión de los recursos humanos de las empresas, dado que reduce significativamente las jornadas extendidas de trabajo al presentar los recorridos óptimos para que el tiempo de ejecución no se extienda y pueda beneficiar al personal operativo y a la minimización de costos en la organización.

7.2.4. Costos

Para lograr una efectiva y eficiente operación logística en las organizaciones es importante una correcta gestión de los costos,

independientemente del rubro al que pertenezcan. En este caso el enfoque son costos de distribución.

“Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), el promedio de los costos logísticos es alrededor de 12 % del producto nacional bruto del mundo” (Ballou, 2004, p. 14).

Torres (2006) resalta también que los costos logísticos son variables. Esto debido a que están ligados estrechamente con la demanda que tenga una organización con sus pedidos. Por lo cual, especifica que los costos logísticos o costos de distribución son aquellos que implican un costo desde que un producto ingresa a un almacén hasta que este llega hasta un consumidor.

7.2.4.1. Tipos de costos

Dentro de una empresa de distribución están inmersos diferentes tipos de costos, en los cuales se pueden mencionar:

- Costos directos
- Costos indirectos
- Costos fijos
- Costos directos
- Costos indirectos
- Costos fijos

7.2.4.2. Costos de distribución

Torres (2006) detalla que entre los costos asociados a la distribución de productos están: stock, almacenaje, picking y transporte. En este último se hará

énfasis, dado que es el rubro en el cual se enfoca esta investigación. Estos costos abarcan entonces el transporte de un producto desde donde se fabrica o almacena hasta donde se vende o entrega a los clientes. En pocas palabras, es el costo al proceso de transportar un producto desde su lugar de origen hasta el lugar donde el cliente lo compra o recibe.

Es importante que las organizaciones lleven un control detallado de todo el desembolso de efectivo para poder operar en diferentes ámbitos empresariales para reducir toda fuga innecesaria de dinero y así las utilidades de la empresa no se vean afectadas. Los costos de transporte por lo regular tienen una tendencia a ser muy elevados, porque consideran muchos factores para llevar a cabo sus actividades, por lo que se deben administrar de manera correcta en todo momento.

7.2.4.2.1. Pago de viáticos

El reglamento general de viáticos y gastos conexos especifica la definición de gastos de viáticos de la siguiente manera (2016):

Son gastos de viáticos, las asignaciones destinadas a cubrir los desembolsos por hospedaje, alimentación y otros gastos conexos, en que se incurre, para el cumplimiento de comisiones oficiales, fuera del lugar ordinario de trabajo, en el interior o exterior del país. (p. 2)

Dado que las rutas de distribución que se operan en la empresa donde se realizará la investigación son demasiado extensas, que, en ocasiones, han tardado hasta 3 días, los pilotos de distribución gozan de este derecho, el cual utilizan para hospedaje y alimentación. El monto de viáticos representa un alto

porcentaje dentro de los costos de caja del departamento de transportes, esto debido a una mala gestión de las rutas.

7.2.4.2.2. Salarios y sueldos

Caballero (2020) indica que un salario o sueldo es un monto otorgado a un empleado como forma de pago de las actividades que realiza dentro de una organización. De esta manera, el trabajador puede gozar de la contribución en tiempo y esfuerzo a la empresa que lo contrata.

Cada trabajador dentro de la empresa está ligado a un contrato por tiempo indefinido para el área de transportes, los cuáles poseen un salario mensual otorgado por los servicios brindados con sus actividades y atribuciones realizadas en un período determinado.

7.2.4.2.3. Arrendamiento de vehículos

Mayorga (2016) expresa que gran número de las empresas dedicadas a la logística de distribución optan por un sistema de arrendamiento de vehículos, dado que el mantenimiento de las unidades en ocasiones es muy costoso, se deben considerar las depreciaciones de vehículo, los financiamientos a largo plazo de la adquisición de nuevos transportes representan un gasto elevado y toma mucho tiempo consumido para las organizaciones.

El arrendamiento de vehículos como tal implica la utilización de flota tercerizada para el uso debido de las operaciones de las empresas que optan por este servicio. En ocasiones, el arrendamiento está acompañado del servicio de pilotos encargados de transportar los productos hacia donde sea necesario o

bien, solo el vehículo como tal que puede ser utilizado por un piloto designado por la empresa.

El arrendamiento de vehículos es necesario actualmente por la empresa, dado que, con la flota actual, no se logran cumplir con todas las rutas programadas de manera diaria por la empresa, esto debido a diversos factores como lo son la mala planificación al no segmentar de manera correcta los clientes y considerar las capacidades óptimas de ocupación o bien, a que la demanda de rutas para la empresa sea mayor a la oferta de flota que brindan.

7.2.4.2.4. Unidades de refrigeración

Uno de los aportes para conocer la importancia de las unidades de refrigeración (transporte refrigerado), es el que se puede de Santana, el cual expresa lo siguiente (2018):

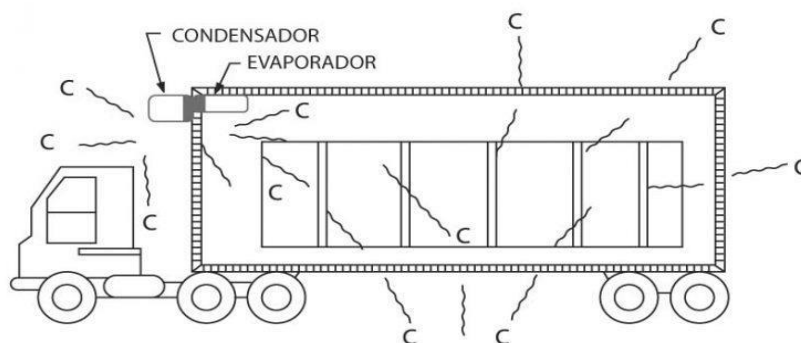
La cadena de frío, el transporte refrigerado y la logística son factores esenciales para el desarrollo integral del comercio en las sociedades modernas. Por ello, es importante que todas las empresas relacionadas con la industria del frío cuenten con profesionales especializados para llevar un mejor manejo, control y cuidado dentro de todos los eslabones de la cadena, entre ellos el transporte refrigerado. (p. 11)

Este es uno de los costos más representativos de la organización, dado que, al transportar productos congelados y refrigerados, el costo es sumamente elevado al recorrer grandes distancias para el despacho hacia los diferentes puntos del país. Dentro de los costos asociados a las unidades de refrigeración

se tiene el combustible que se consume más el mantenimiento preventivo y correctivo que se les da a estos aparatos en cada uno de los camiones. Es necesario el uso de estos mecanismos, dado que se tiene que proteger la cadena de frío de los diferentes insumos con el fin de poder satisfacer los estándares de calidad y requerimientos de los clientes. En la figura 2 se muestra de qué manera funciona el sistema de refrigeración de vehículos.

Figura 3.

Sistema de refrigeración de vehículos



Nota: La figura muestra como es el funcionamiento de las unidades de refrigeración en la flota de transporte. Obtenida de Danahé San Juan (2023). *Transporte refrigerado*. ([https://0grados.com/transporte-refrigerado/#:~:text=El %20transporte %20refrigerado %20es %20un,permanente %2C %20seg %C3 %BA %20la %20temperatura %20requerida](https://0grados.com/transporte-refrigerado/#:~:text=El%20transporte%20refrigerado%20es%20un,permanente%2C%20seg%C3%BAn%20la%20temperatura%20requerida)) consultado del 28 de agosto de 2023. De dominio público.

7.2.4.2.5. Consumo de combustibles

D. Méndez (comunicación personal, 25 de agosto de 2023) expresa que, el costo de consumo de combustibles es el asociado al diésel ocupado por la flota de distribución en los recorridos de las rutas y al diésel consumido por las unidades de refrigeración para mantener la cadena de frío de los productos.

La gestión de consumo de combustible se efectúa a través de un proveedor que proporciona el diésel de manera semanal en una pipa que posee la empresa. Luego, cada transportista es el encargado de suministrar el diésel correspondiente para cada camión dependiendo de la asignación programada. En casos donde las rutas abarcan distancias muy largas, está autorizado el despacho de combustible en diferentes gasolineras a lo largo del país.

7.2.4.2.6. Consumo de llantas (neumáticos)

D. Méndez (comunicación personal, 25 de agosto de 2023) expresa que, para el cálculo de consumo de llantas, se efectúa un procedimiento en el cual se toma como base el costo total del neumático, considerando el rin al que pertenece dependiendo del tipo de flota, y este se mide con relación al kilometraje recorrido, a través de un profundímetro, cuánto ha disminuido la llanta para luego poder costear lo que representa el costo de neumáticos en las rutas de distribución.

Este procedimiento se efectúa en la empresa como parte de los costos asociados a la distribución, en el cual, de manera periódica, el personal de mantenimiento calcula el consumo de llantas con el fin de obtener qué porcentaje de los costos totales representa este rubro para analizarlo posteriormente y tratar de conseguir un mejor rendimiento.

7.2.5. Servicio al cliente

“El servicio al cliente se entiende como un conjunto de estrategias que una empresa desarrolla en pro de su objetivo principal y misional que es encaminar la empresa al mercado” (Murillo, 2018, p. 9).

El poder ofrecer un servicio adecuado a los clientes implica favorecer a la rentabilidad de la empresa, dado que, en cuanto más estén contentos o satisfechos los clientes, mayor serán las ventas que se efectuarán. Por lo tanto, una buena gestión de este factor es indispensable en las operaciones realizadas en cuanto a la logística de distribución, dado que la imagen física de la organización con cada uno de los clientes es el área de transportes (personal operativo).

Es importante medir el nivel de servicio al cliente para tener la métrica de cómo se está atendiendo no solo las necesidades físicas de los clientes, sino poder llegar más allá al brindar una atención cordial, adecuada y educada con el fin de lograr una fidelización por parte de ellos con las empresas y así aumentar la ventaja competitiva.

7.2.5.1. Satisfacción del cliente

Murillo (2018) explica que para lograr una satisfacción del cliente es indispensable considerar dos factores muy importantes que son:

- Ofrecer una calidad del producto o servicio abarcando las necesidades de los clientes.
- Ofrecer una atención cordial y educada a los clientes.

El lograr tener satisfechos a los clientes es fundamental para que las empresas puedan tener éxito y sostenibilidad, dado que esto permite generar una fidelización de los consumidores, se ganan buenas referencias y recomendaciones, la reputación de la organización se eleva y la rentabilidad y utilidades aumentan.

7.2.5.2. Insatisfacción del cliente

Según Murillo (2018) las empresas que reciben calificaciones bajas en cuanto a la experiencia de los clientes tienden a disminuir el valor del negocio. Esto sucede cuando generan expectativas falsas que resultan en la insatisfacción de los clientes, lo que a su vez provoca una gran cantidad de comentarios negativos. Estos comentarios negativos, con el tiempo, aumentan los costos operativos de la empresa.

Por tal razón, el reducir los niveles de insatisfacción en las empresas mejora la retención de los clientes y fortalece la reputación de la organización, con el fin de atraer nuevos consumidores y contribuir a una mejor eficiencia operativa. También se puede mencionar que es fundamental esta disminución para el éxito y sostenibilidad en la industria de la logística de distribución.

7.3. Software de transporte

PTV Group (2020) señala que un *software* de rutas de transporte representa a un proceso logístico que busca mejorar el nivel de satisfacción de los clientes, minimizando los costos de distribución al reducir los recorridos efectuados.

Los programas de optimización de rutas poseen la habilidad de manejar algoritmos que toman en consideración puntos de entrega, ventanas horarias y capacidades de vehículos para reflejar la cantidad de recursos que se deben emplear para suplir una demanda determinada de manera diaria para los consumidores.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Información general de la empresa

2.1.1. Historia y fundación

2.1.2. Ubicación

2.1.3. Instalaciones

2.1.3.1. Centro de Distribución

2.1.4. Capacidad de distribución

2.1.5. Flota de distribución

2.1.6. Estructura organizacional

2.2. Cadena de suministros

2.2.1. Centro de Distribución

2.2.2. Área de transporte

2.2.2.1. Importancia del transporte en logística

2.2.2.2. Personal operativo de transporte

2.2.2.3. Personal administrativo de transporte

2.2.3. Rutas lógicas

2.2.4. Costos

2.2.4.1. Tipos de costos

2.2.4.2. Costos de distribución

2.2.3.2.1. Pago de viáticos

2.2.3.2.2. Salarios y sueldos

2.2.3.2.3. Arrendamiento de vehículos

2.2.3.2.4. Unidades de refrigeración

2.2.3.2.5. Consumo de combustibles

2.2.3.2.6. Consumo de llantas (neumáticos)

2.2.5. Servicio al cliente

2.2.5.1. Cumplimiento

2.2.5.2. Satisfacción del cliente

2.2.5.3. Insatisfacción del cliente

2.3. *Software* de transporte

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Fase 1

3.2. Fase 2

3.3. Fase 3

3.4. Fase 4

3.5. Fase 5

3.6. Fase 6

3.7. Fase 7

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Objetivo específico 1

4.2. Objetivo específico 2

4.3. Objetivo específico 3

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Objetivo específico 1

5.2. Objetivo específico 2

5.3. Objetivo específico 3

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

APÉNDICE

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará una metodología con estudio mixto, transversal, diseño no experimental y alcance descriptivo. De igual forma, se tendrán dos poblaciones esenciales para obtener toda la información necesaria y así, el desarrollo de dicha investigación sea lo más completa y transparentemente posible. La primera población consta alrededor de 1000 clientes distribuidos en todo el territorio nacional. La segunda población estará basada en los pilotos y auxiliares de pilotos del área de distribución, siendo estas 95 personas, tomando como base un muestreo estadístico, aplicando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. Se trabajarán con distintas variables como los son costos, nivel de servicio, satisfacción de los clientes y metas de indicadores para cumplir con los objetivos previstos.

9.1. Características del estudio

El enfoque de la investigación será de tipo mixto, dado que incluirá aspectos cualitativos y cuantitativos. En el enfoque cuantitativo se analizan los indicadores de tiempos de entrega de pedidos, así también como los costos asociados a la distribución de productos para poder identificar las operaciones que permitirán la optimización de los recursos en el área de distribución de esta empresa, y, en la parte cualitativa, los motivos de devoluciones de productos por incumplimiento correspondiente al área de transportes con el fin de poder mitigarlos y ofrecer un mejor nivel de servicio e incrementar la satisfacción de los clientes, lo cual se podrá medir a través de encuestas de satisfacción y creando indicadores que permitan visualizar detalladamente los resultados.

El alcance de esta investigación es descriptivo, pues busca especificar los datos obtenidos en la operación de distribución de esta empresa, tanto como los tiempos de entrega que correspondan a las ventanas horarias establecidas por los clientes, información que servirá para efectuar una mejor optimización de horas de trabajo y kilometrajes recorridos, lo cual beneficiará directamente a la rentabilidad y ahorros de la empresa, así también como el nivel de satisfacción de los clientes al cumplir con sus expectativas en cuanto al servicio otorgado.

El diseño adoptado será no experimental, dado que los datos tomados en consideración para el desarrollo de esta investigación estarán siendo otorgados por la empresa, a través de la recolección de información para el diseño de la propuesta de un *software* de ruteo lógico que minimice los costos de distribución y aumente el cumplimiento de entregas la cual se analizará en su estado original, sin sufrir manipulación alguna.

Según el período, esta investigación se realizará a través de un estudio transversal, dado que sus variables serán tomadas en consideración posteriormente que se haya hecho la recolección de información.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio será el departamento de operaciones de la empresa, la cual se encuentra dividida en subpoblaciones dadas por el área de transportes, tomando en consideración el personal administrativo y *crew* (operativo), así también como los clientes a los cuáles se les realiza la distribución de productos, de los cuales se extraerán muestras que serán estudiadas en su totalidad. Considerando por lo tanto una población total primera, enfocada en clientes, asciende a la cantidad de 1000 personas aproximadamente.

Para el cálculo de la muestra, se efectuará un análisis de muestreo estadístico con un nivel de confianza del 95 % y considerando un margen de error del 5 %, dicho cálculo obedece la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

σ =Desviación estándar de la población

Z = tipificación del nivel de confianza de la distribución normal

e= error de la muestra

Sustituyendo valores, tenemos que el tamaño de la primera muestra es:

$$n = \frac{1000 * 0.5^2 1.96^2}{(1000 - 1)0.05^2 + 0.5^2 1.96^2} = 277.75$$

El valor de n indica que, de los 1000 clientes de población, se tomarán a 278 aproximadamente como muestra.

De igual forma, para el desarrollo de esta investigación, se tendrá otra población, la cual corresponde al personal *crew* (operativo) de esta empresa, la cual asciende a la cantidad de 95 personas.

Tomando como referencia la fórmula para el muestreo estadístico, teniendo siempre un nivel de confianza del 95 %, con un margen de error del 5 % y sabiendo que el tamaño de la población conocida es de 95 personas,

tenemos entonces que, el tamaño de la segunda muestra se calcula de la siguiente manera:

$$n = \frac{95 * 0.5^2 * 1.96^2}{(95 - 1)0.05^2 + 0.5^2 * 1.96^2} = 76.32$$

El valor de n indica que, de las 95 personas operativas de población, se tomarán a 73 personas aproximadamente como muestra.

9.3. Variables

A continuación, se presentarán las variables en estudio que se utilizarán para la realización de esta investigación, detallando su nombre, la definición teórica y una definición operativa en la tabla 1.

Tabla 1.

Variables en estudio

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Optimización de costos	La optimización de costos se refiere a un proceso sistemático y estratégico en el cual una entidad, ya sea una empresa, organización o individuo, busca maximizar el valor monetaria invertida en sus operaciones y actividades.	Medición de costos en quetzales asociados al área de operaciones para la distribución de productos a través de una recopilación de información con encuestas y observaciones de comparación de dos períodos diferentes.

Continuación de tabla 1.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Proyección de ahorros	La proyección de ahorros es un proceso analítico en el cual se estima y anticipa la cantidad de recursos económicos que una entidad, como una empresa u organización, podrá ahorrar en un período determinado al implementar estrategias y medidas específicas orientadas a la reducción de costos.	Medición tomada a través de encuestas con el área financiera para verificar la reducción de costos en algún rubro o cuenta contable. Comparación de los datos actuales e históricos para realizar la proyección de la tendencia de los costos por cuenta contable.
Nivel de Satisfacción	El nivel de satisfacción se refiere a la medida o grado de contento, complacencia o bienestar experimentado por un individuo, cliente, empleado u otra entidad en relación con una experiencia, producto, servicio o situación específica.	Medición tomada a través de encuestas de satisfacción a los clientes para verificar el nivel de servicio ofrecido y para notar el cumplimiento en tiempos de entrega.
Eficiencia de entregas	La eficiencia de entregas se refiere a la capacidad de una empresa u organización para llevar a cabo la distribución de productos, bienes o servicios de manera óptima y efectiva.	Medición tomada mediante encuestas a los clientes para verificar la eficiencia de la empresa en cuenta a la distribución. De igual forma, mediante la

Continuación de tabla 1.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
		observación, dado que, si se visualiza que los clientes están dejando de efectuar pedidos, es porque no se está siendo eficiente en el proceso de despachos.
Creación de metas	La creación de metas se refiere al proceso deliberado y planificado de establecer objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un plazo de tiempo determinado, con el propósito de guiar y dirigir los esfuerzos individuales o colectivos hacia el logro de resultados deseados.	Esta medición se efectuará a través de la revisión de datos existentes con el fin de poder identificar objetivos y metas, especificación de indicadores, desglose de tareas y acciones y establecimiento de plazos para mejorar la operación de la empresa.

Nota: Tabla de especificación de variables de estudio. Fuente: Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

A continuación, se detallarán las técnicas de recolección con relación a cada una de las variables y los objetivos específicos en la tabla 2.

Tabla 2.

Matriz de consistencia

Objetivo	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
Examinar los factores asociados al incremento de costos de distribución de productos en una empresa dedicada a la producción, importación, distribución y comercialización de productos de consumo masivo.	Optimización de costos Proyección de ahorros	Cuantitativa Cualitativa	Reducción de costos de distribución Rubro o cuentas contables con menores costos	Observación a la disminución de costos de distribución. Encuestas al personal financiero para verificar ahorros generados.
Analizar las causas del bajo nivel de cumplimiento en tiempos de entrega de pedidos en una empresa de distribución de productos de consumo masivo.	Nivel de satisfacción Eficiencia de entregas	Cualitativa Cuantitativa	Aumento del nivel de satisfacción del cliente Cumplimiento en tiempos de entrega	Encuestas a los clientes para medir su satisfacción Cuestionario a pilotos para medir su capacidad de servicio.
Diseñar los indicadores que evaluarán los beneficios de la generación de un nuevo modelo de sistema de despachos para una empresa de distribución y comercialización de productos de consumo masivo.	Creación de metas	Cuantitativa	Incremento de beneficios en el área de operaciones	Revisión de datos existentes para medir las metas de distribución.

Nota: Matriz de consistencia de las variables utilizadas en esta investigación. Fuente: Elaboración propia, realizado en Microsoft Word

El desarrollo de esta investigación se llevará a cabo en relación con la minimización de costos de distribución de productos y al aumento de la satisfacción de los clientes para poder mantener la rentabilidad de la empresa estable al ser más eficientes y óptimos en los procesos internos y poder elevar la eficacia de las entregas para la creación de la fidelización de los consumidores. Se planteará un *software* de distribución que se basará en las siguientes fases:

- Fase 1: Revisión de literatura

A través de la toma de información referente a los temas implícitos en esta investigación se podrá tener una mejor noción de cómo poder resolver el problema de los incumplimientos en tiempos de entrega e incremento de costos. Se recopilarán datos históricos para verificar la situación actual de la empresa y hacia dónde se espera llegar.

Las fuentes de información serán artículos, libros digitales y físicos, encuestas realizadas al personal administrativo y operativo de la empresa, así como la verificación de la operación de empresas competencia que tengan implementados sistemas de ruteo automatizados a través de *softwares*.

- Fase 2: Gestión o recolección de la información

La optimización de costos de distribución e incremento del nivel de satisfacción de los clientes se hará mediante el análisis previo de la operación actual de la empresa, utilizando encuestas físicas o digitales, observando el comportamiento de la distribución y evaluando el servicio ofrecido a los consumidores para identificar los puntos clave de mejora y darles seguimiento para una atención.

Para el objetivo específico 1, se recolectará información a través de la observación y encuestas o entrevistas hacia el departamento financiero para obtener los costos de distribución con el fin de identificar la forma de optimizarlos en cada rubro o cuenta contable y generar ahorros, esto se hará periódicamente cuando exista carga de información al sistema de ERP de la empresa.

Para el objetivo específico 2 se realizarán encuestas a los clientes para poder encontrar mejoras en el servicio brindado, esto se efectuará de manera aleatoria en los días donde la demanda de pedidos es mayor para recolectar información en el momento de más exigencia. A los pilotos se les hará un cuestionario para medir su capacidad de nivel de servicio, dado que es de suma importancia tener en cuenta a todas las personas involucradas en el proceso de distribución.

Para el objetivo específico 3 se obtendrá información de datos históricos de tiempos de llegada y entregas completas para el diseño de los indicadores que evaluarán los beneficios de la generación de un nuevo modelo de sistema de despachos, esto con el fin de incrementar la rentabilidad en el área de operaciones de la empresa.

- Fase 3: Análisis de información

Mediante el análisis de los efectos de incremento de costos y bajo nivel de satisfacción del cliente a través de una mala planificación de rutas, se determinará la mejor adecuación de un *software* de ruteo lógico, tomando en consideración varios aspectos como la resistencia al cambio, el análisis costo beneficio y la gran implicación que podría ser la adaptación de la tecnología a la distribución logística de la empresa. Adicionalmente se buscará la forma de estandarizar todas las variables implicadas en una distribución lógica de rutas

con el fin de evitar nuevamente los inconvenientes de no tener ubicaciones correctas, ventanas horarias adecuadas o la capacidad por producto para el despacho.

Para el objetivo específico 1 se analizará la media de los kilometrajes en las rutas donde se generan ganancias para evaluar los costos de distribución, a fin de poder realizar ajustes en las rutas y así no se vea afectada la operación del área de transportes. El análisis se efectuará en los días de mayor demanda dado que en estos hay más exigencia de los recursos utilizados para la distribución. Este análisis permitirá que los costos puedan optimizarse al replantear el modelo logístico de distribución.

Para el objetivo específico 2 se analizará la media y desviación estándar de los cumplimientos de tiempos de entrega y entregas completas en los pedidos hacia clientes para validar en dónde está el punto crítico de mejora y así poder enfocar la atención en esos clientes con el fin de mejorar el nivel de servicio ofrecido por la empresa en sus despachos.

Para el objetivo específico 3 se analizarán los indicadores de entregas en tiempo y completas para la verificación de las metas establecidas para el personal operativo de transportes, con el fin de identificar si se deben realizar ajustes con la distribución y para poder establecer metas alcanzables y así los KPIs sean beneficiosos para la empresa.

- Fase 4: Interpretación de información

Se validará la aceptación y buena gestión del diseño del plan de *software* de ruteo lógico con el fin de evaluar posteriormente si se pudiera realizar una implementación del modelo, iniciaremos con la recopilación de los datos de

costos, gastos operativos, materiales, mano de obra entre otros, también comprenderemos la insatisfacción de los clientes, entenderemos cuantas devoluciones serán por el motivo de llegadas tardías, convirtiendo toda esta información en informes que proporcionen una visión para entender las tendencias y áreas donde los costos aumenten de manera inusual.

- Fase 5: Simulación

Se realizará una simulación de un *software* de ruteo lógico que permita verificar el funcionamiento y beneficios del plan propuesto. Se estudiará la plataforma, se asignará los recursos y se capacitará al personal correspondiente para poder correr las pruebas del ruteador. Se realizará en diferentes rutas en los días de mayor demanda para validar su potencial en los días más exigentes. Por lo cual se programarán rutas lógicas a través del *software*. Se calcularán los beneficios de la operación actual contra la propuesta, esto a través de la verificación de tiempos y distancias de llegadas considerando ventanas horarias y ubicaciones, para tener todo el esquema y tomar la decisión adecuada.

- Fase 5: Presentación de resultados

Para el objetivo específico 1, una de las bondades de utilizar un *software* de ruteo lógico es, presentar la gráfica de disminución de costos proyectados con los costos reales, se podrán comparar niveles de satisfacción de clientes antiguos con actuales y comparar la planificación de las rutas actuales con las antiguas.

Para el objetivo específico 2 se podrá identificar los puntos críticos de mejora en el nivel de cumplimiento en tiempos de entrega y entregas completas para garantizar un servicio más adecuado hacia los clientes. Los resultados de

estos puntos críticos se presentarán en un tablero de PowerBI para reflejar la información de manera gráfica.

Para el objetivo específico 3, al establecer metas e indicadores que miden la eficiencia en la operación, se podrá exigir mayor compromiso hacia las partes involucradas del área de distribución para que puedan enfocarse en el cumplimiento de sus KPI's y que estos beneficien directamente en la utilidad antes de impuestos de la empresa. A través de estas metas se pueden realizar reuniones de rendición de cuentas para tomar acción ante los resultados bajos en las metas.

Por lo tanto, al dar un seguimiento adecuado a los costos de distribución y cumplimiento en tiempos de entrega de pedidos hacia los clientes a través de rutas lógicas, se podrá encontrar el punto de equilibrio entre una operación efectiva y eficiente, que pueda beneficiar las utilidades de la empresa a manera de crear una mejor ventaja competitiva dentro del mercado.

- Fase 6: Informe final

Se podrá validar el informe que se genera en la investigación de una plataforma o *software* de ruteo logio, también se podrá redactar y presentar informe final, con el fin de tomar decisiones a cerca de cada cliente para entender si es rentable poder distribuirles. Se validará la aceptación y buena gestión del diseño del plan de *software* de ruteo lógico con el fin de evaluar posteriormente si se pudiera realizar una implementación del modelo.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de la información obtenida a través de esta investigación, se utilizarán técnicas de estadística descriptiva mediante la recolección, modelamiento, cálculo y resultados de datos para poder definir ciertas características claves en la solución del problema central.

10.1. Herramientas estadísticas

Se analizarán las medidas de tendencia central con el fin de poder identificar ciertas características que faciliten la solución del problema central, por lo cual se emplearán las siguientes herramientas estadísticas:

10.1.1. Media

Esta medida será utilizada para poder identificar los promedios de distancias en kilómetros ejecutados en cada ruta distribución en un período determinado y así poder cuantificar los costos de servir para estandarizar el recorrido que se debería efectuar de manera semanal.

Se calcula de la siguiente manera:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

10.1.2. Moda

Esta medida será utilizada para poder calcular los motivos con mayor frecuencia de inconformidades por los clientes para poder enfocarse en ellos y mejorar el nivel de satisfacción.

Se calcula de la siguiente manera:

Mo = el valor que más se repite

10.1.3. Varianza y desviación estándar

Estas medidas servirán para poder calcular que tan dispersos están los datos de kilometraje en cada una de las rutas para poder identificar las razones por las cuales estos datos puedan incrementarse y reducirse para un mejor análisis posterior de los costos de distribución.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - X)^2}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - X)^2}{N}}$$

Donde:

σ : Desviación Estándar

σ^2 : Varianza

De igual forma se analizarán los costos asociados a la operación de distribución de productos hacia las diferentes rutas, lo cual implica la verificación de combustibles, lubricantes, consumo de llantas, arrendamiento de vehículos, viáticos, repuestos, horas extras y unidad de refrigeración. Dichos datos serán tomados del sistema ERP SAP con el que cuenta la empresa, estos se descargarán y posteriormente se modelarán a través de un tablero dinámico en el cual se detallen por rutas cuáles fueron los costos generados.

A través de metodologías de pronósticos, se proyectarán los ahorros que pudiera proveer el *software* de ruteo lógico, el cual se representará a través de gráficos de barras o columnas para el respectivo análisis del aumento de ahorros esperado. Para ser más específicos, la proyección se efectuará por cada rubro implicado en el sistema de distribución de la empresa.

El nivel de satisfacción se medirá a través de encuestas a los clientes con el fin de verificar el servicio brindado por parte de la empresa. Los datos obtenidos servirán para poder calcular la disminución de reclamos o inconformidades de los clientes. El cálculo se establecerá a través de entregas completas y en tiempo, utilizando las siguientes fórmulas:

Entregas completas:

$$Infull = \frac{Pedidos\ completos}{Total\ de\ pedidos}$$

Donde:

Infull: Porcentaje de entregas completas

Pedidos completos: Cantidad de pedidos completos diarios

Total, de pedidos: Total de pedidos diarios

Entregas en tiempo:

$$OnTime = \frac{Pedidos\ en\ tiempo}{Total\ de\ pedidos}$$

Donde:

OnTime: Porcentaje de entregas completas

Pedidos en tiempo: Cantidad de pedidos en tiempo diarios

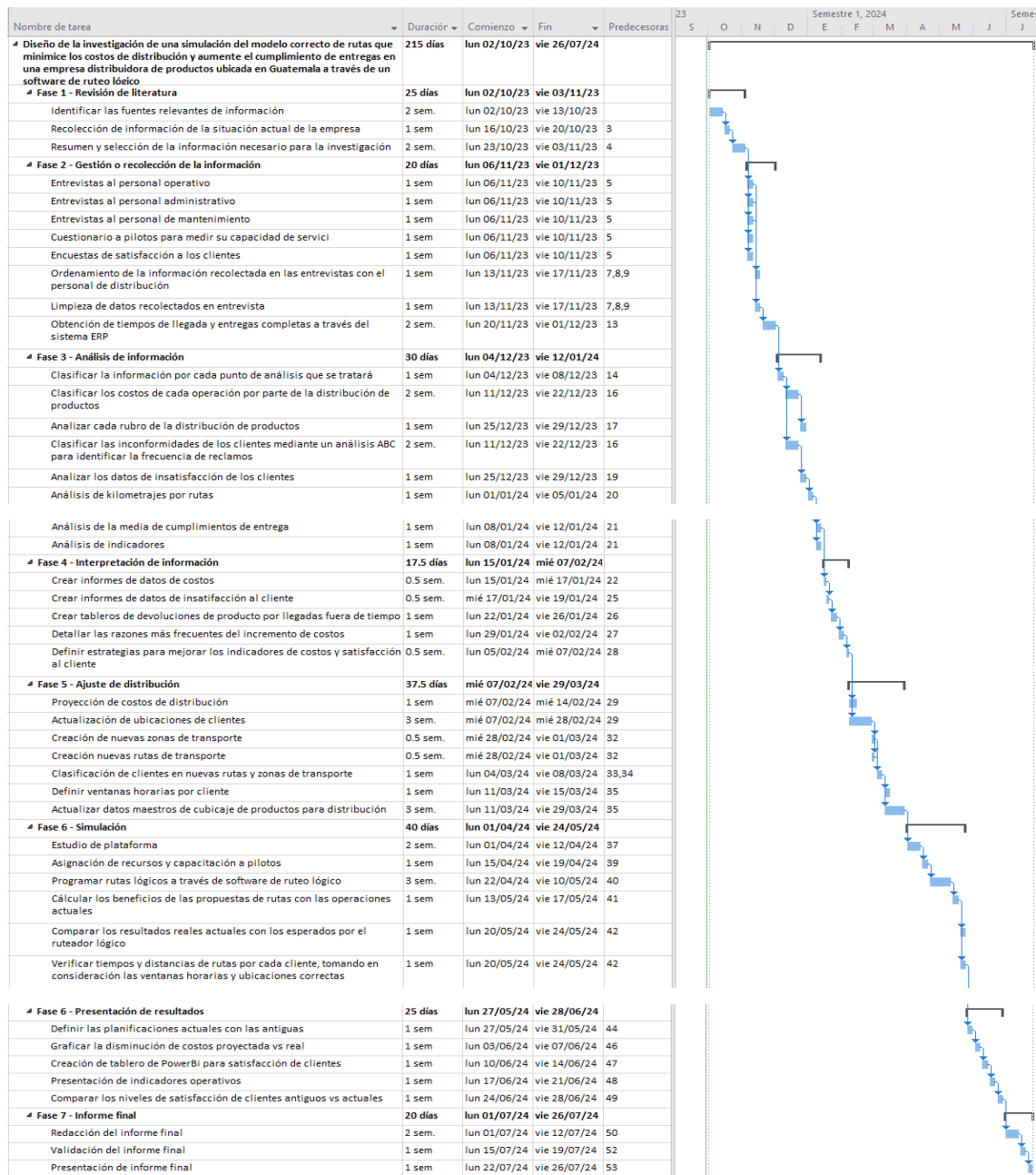
Total, de pedidos: Total de pedidos diarios

Los datos serán modelados y manejados a través de la plataforma PowerBI, en la cual se podrán representar los datos de la manera más efectiva posible a manera tal que el análisis pueda ser sumamente comprensible para el desarrollo de esta investigación.

11. CRONOGRAMA

A continuación, se detalla el cronograma de actividades a realizar para el desarrollo de esta investigación en la figura 4.:

Figura 4.
Cronograma de actividades.



Nota: La figura muestra el cronograma de actividades a utilizar para la investigación. Elaboración propia, realizado con Microsoft Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para el estudio de esta investigación se necesitarán diferentes recursos los cuales permitirán su desarrollo bajo el cuidado del investigador y de la empresa donde se realizará. Dichos recursos se detallan a continuación:

12.1. Recursos Humanos

Los recursos humanos empleados en esta investigación son los siguientes:

- Asesor de tesis: la inversión será 0, dado que el acompañamiento es Ad Honorem
- Sesión con proveedor: se tendrá sesiones periódicas con el proveedor para conocer el uso de la plataforma. Esta inversión la cubrirá la empresa.

12.2. Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos que se necesitarán para el desarrollo de esta investigación son los siguientes:

- Computadora: se necesitará para poder realizar el material de capacitaciones, los tableros de indicadores de resultados y para las programaciones de rutas a través del *software* de ruteo lógico. Esta inversión la cubrirá el investigador.

- Teléfonos móviles: se necesitarán para que el personal operativo seleccionado para la simulación pueda utilizar la aplicación móvil de la plataforma de ruteo lógico. Esta inversión la cubrirá la empresa
- Usuarios plataforma de ruteo: se contratarán 2 diferentes usuarios para la utilización de la aplicación móvil. Esta inversión la cubrirá la empresa.
- Internet: Utilizado para la creación de material y planificación de rutas. Esta inversión la cubrirá el investigador.
- Query en SAP: Se necesitará para poder descargar de manera adecuada los pedidos con los campos necesarios para la carga de pedidos a la plataforma de ruteo lógico. Esta inversión la cubrirá la empresa.

12.3. Recursos materiales

Los recursos materiales que se necesitarán para el desarrollo de esta investigación son los siguientes:

- Impresiones: se necesitarán impresiones para poder compartir material de refuerzo al personal operativo que manejará la plataforma. Esta inversión la cubrirá el investigador.
- Cargadores para camión: se necesitará instalar un dispositivo de carga para teléfono móvil en los camiones donde se hará la simulación para garantizar que se tenga acceso a la plataforma en todo momento. Esta inversión la cubrirá la empresa.
- Bases para cargadores de camión: se necesitará una base en cada camión utilizado para la simulación con el fin de que no haya riesgo de tener los dispositivos en las manos. Esta inversión la cubrirá la empresa.
- Hojas: utilizadas para las impresiones de material de apoyo. Esta inversión la cubrirá el investigador.

- Agendas: se brindará una agenda a cada personal operativo para que puedan hacer sus anotaciones correspondientes en cuanto al uso de la plataforma móvil. Esta inversión la cubrirá la empresa.

A continuación, se detallan los costos implicados en cada uno de los recursos utilizados para el desarrollo de esta investigación.

Tabla 3.

Recursos necesarios para la investigación.

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Recursos Humanos			
Asesor de Tesis	1		Ad Honorem
Acompañamiento proveedor (sesión)	2	Q 100.00	Q 200.00
Recursos Tecnológicos			
Computadora	1	Q 5,000.00	Q 5,000.00
Teléfonos móviles	2	Q 1,000.00	Q 2,000.00
Usuarios plataforma de ruteo	2	Q 100.00	Q 200.00
Internet	3	Q 250.00	Q 750.00
Query en SAP	1	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Recursos Materiales			
Impresiones	20	Q 0.25	Q 50.00
Cargadores para camión	2	Q 50.00	Q 100.00
Bases para cargadores de camión	2	Q 25.00	Q 50.00
Hojas	50	Q 0.10	Q 5.00
Agendas	3	Q 25.00	Q 750.00
Total			Q 10,105.00

Nota: Recursos que se necesitaran para que la investigación puede llevarse a cabo. Fuente: Elaboración propia, realizado en Microsoft Excel.

Se considera un estudio factible ya que el diseño no sobrepasa los límites económicos.

13. REFERENCIAS

- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. Pearson.
https://laclasedotblog.files.wordpress.com/2018/05/logistica_administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_edicion_-_ronald_h-_ballou.pdf
- Caballero, F. (2020). *Salario o sueldo*.
<https://www.studocu.com/gt/document/universidad-del-valle-de-guatemala/finanzas/salario-o-sueldo/58095192>
- Carrillo, R. (2020). *Algoritmo adaptativo para la selección de la ruta más corta*. [Tesis de postgrado, Maestría en Logística, Tecnológico Nacional de México]. Archivo digital.
<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2046>
- Heer, E. (2022). *Diseño de un sistema de mejora continua enfocado en la optimización del proceso de atención al cliente, para una planta de producción de fertilizantes en Escuintla, Guatemala*. [Tesis de postgrado, Maestría en Gestión Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital.
<https://drive.google.com/file/d/1UarNcZBdBacypkLgqXfjXDEI3sK4ce8V/view>
- Huerta, A. (2023). *Logística y transporte: aspectos básicos que debes conocer*. Tienda nube <https://www.tiendanube.com/mx/blog/logistica-y-transporte/>

- Iza, D. (2021). *Diseño de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.* [Tesis de postgrado, Maestría en Administración de Empresas, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Archivo digital. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7663/1/MUTC-000949.pdf>
- León, R. (2021). *Diseño de un modelo matemático para la optimización de la distribución a nivel secundario de una empresa de productos lácteos del Cantón Rumiñahui.* [Tesis de postgrado, Maestría en Logística y Transporte con Mención en Modelos de Optimización, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Archivo digital. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52142/1/T-110237.pdf>
- Mariscal, J. (2022). *Qué es la estructura organizacional de una empresa y cuál es su importancia.* Sesame. <https://www.sesamehr.pe/blog/estructura-organizacional-empresa-importancia/>
- Mayorga, L. (03 de mayo de 2016). *Ventajas y características del arrendamiento de vehículos.* Teletrac Navman. <https://www.teletracnavman.com.mx/recursos/blog/ventajas-y-caracter%C3%ADsticas-del-arrendamiento-de-veh%C3%ADculos>
- Mira, J. (2022). *Área de un centro de distribución: Cuáles son y cómo optimizarlas para agilizar los flujos.* Toyota Forklifts. <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479787417.pdf>

Murillo, L. (2018). *Fundamentos del servicio al cliente*.
<https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/3523/93%20FUNDAMENTOS%20DE%20SERVICIO%20AL%20CLIENTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PTV Group (julio de 2020). *¿Qué es la optimización de rutas?*
https://company.ptvgroup.com/fileadmin/Resources/Resources-Library/ES/White-Papers/ptv_libro_blanco_que_es_la_optimizacion_de_rutas.pdf

Reglamento general de Viáticos y Gastos Conexos. Acuerdo Gubernativo Numero 106-2016. (30 de mayo de 2016). Ministerio de Finanzas Públicas. Diario de Centroamérica No. 73. Guatemala.
<https://www.mintrabajo.gob.gt/images/Documentacion/Leyes Ordinarias/Acuerdos Gubernativos/Acdo Gub Reglamento Viaticos 106-2016.pdf>

Reyes, R. (2020). Optimización de ruteo vehicular para una empresa distribuidora de colchones y accesorios de dormitorio mediante la aplicación de heurísticas. [Tesis de postgrado, Maestría en Logística y Transporte con Mención en Modelos de Optimización, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Archivo digital.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51857/1/T-110183.pdf>

Santana, J. (16 de julio de 2018). *Transporte refrigerado*. Cero grados celsius.
<https://0grados.com/transporte-refrigerado/#:~:text=El%20transporte%20refrigerado%20es%20un,permanente%2C%20seg%C3%BAn%20la%20temperatura%20requerida.>

SimpliRoute (abril de 2021). *Gestión de transporte: Qué es, importancia y beneficios*. <https://simpliroute.com/es/blog/gestion-de-transporte-que-es-importancia-y-beneficios>

Terán, P. (2020). Rediseño de la red de distribución de una fábrica de insumos plásticos para el sector bananero mediante la implementación de modelos matemáticos de localización y transbordo. [Tesis de postgrado, Maestría en Logística y Transporte, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Archivo digital. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51862/1/T-110184.pdf>

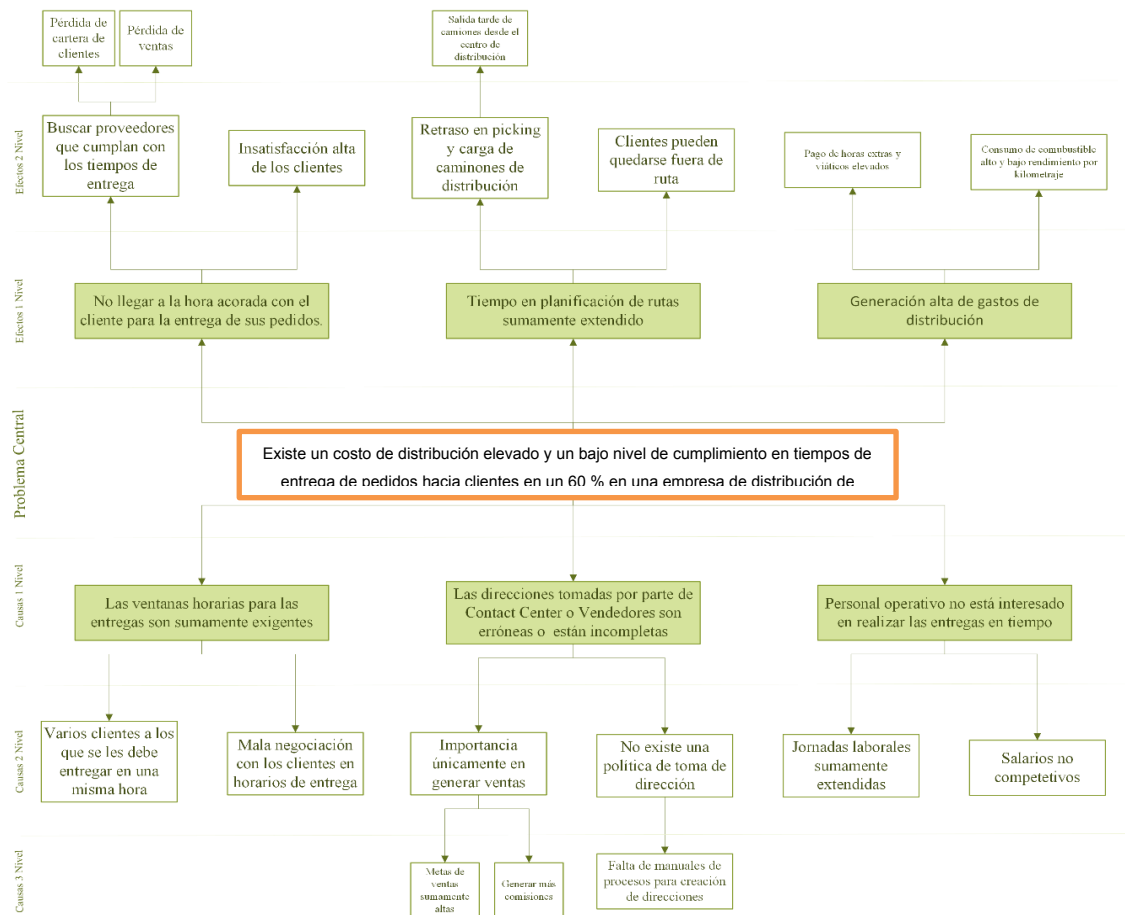
TheLogisticsWorld (mayo de 2023). *Ruta Logística: definición, tipos y casos de éxito en México*. <https://thelogisticsworld.com/logistica-y-distribucion/ruta-logistica-definicion-tipos-y-casos-de-exito-en-mexico/>

Torres, M. (2006). *Logística y Costos*. Diaz de Santos. <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479787417.pdf>

14. APÉNDICES

Apéndice 1.

Árbol del problema



Nota. Detalle del problema que se resolverá con la investigación. Elaboración propia, realizado en DrawIO

Apéndice 2.

Matriz de coherencia

Tema	Título	Problema	Pregunta central	Pregunta secundaria	Objetivo general	Objetivos específicos
Logística de transporte	Diseño de la investigación de una simulación del modelo correcto de rutas que minimice los costos de distribución y aumente el cumplimiento de entregas en una empresa distribuidora de productos ubicada en Guatemala a través de un software de ruteo lógico.	Existe un costo de distribución elevado y bajo nivel de cumplimiento de rutas que en tiempos de entrega de pedidos hacia clientes en un 60 % en una empresa de distribución de alimentos ubicada en Mixco Guatemala	¿Cuál es el modelo correcto de sistema de distribución de rutas lógicas que logre la minimización de costos y aumento el nivel de cumplimiento en entregas en una empresa dedicada a la distribución de productos de consumo masivo?	¿Cuáles son los factores asociados al incremento de los costos asociados a la distribución de insumos en una empresa dedicada a la producción, importación, ¿Cuáles son las causas del bajo nivel de cumplimiento de tiempos de entrega de pedidos en una empresa distribuidora de productos ubicada en Mixco, Guatemala a través de un software de ruteo lógico.	Simular un modelo de correcto sistema de rutas que minimice los costos de distribución y aumente el nivel de cumplimiento de entregas en una empresa distribuidora de productos ubicada en Mixco, Guatemala a través de un software de ruteo lógico.	Examinar los factores asociados al incremento de los costos asociados a la distribución de productos de insumos en una empresa dedicada a la producción, importación, Analizar las causas del bajo nivel de cumplimiento en tiempos de entrega de pedidos en una empresa de distribución de productos de

Nota. Matriz de coherencia de objetivos de la investigación. Elaboración propia, realizado en Microsoft Word.

15. ANEXOS

Anexo 1.

Carta de aprobación de asesor

Guatemala, 08 de agosto de 2023.

Ing. Aurelia Anabela Córdova Estrada
Directora de Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Maestría de Gestión Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimada Ingeniera Anabela Córdova:

Por este medio hago de su conocimiento que acepto asesorar al estudiante José Pablo Tobar Cardona, que se identifica con DPI: 3632 20410 0115 y carné: 999010387 con el tema "**Diseño de la propuesta de un software de ruteo lógico que minimice los costos de distribución y aumente el cumplimiento de entregas en una empresa distribuidora de productos ubicada en Mixco, Guatemala**".

Agradeciendo su atención,

Sin otro particular, me suscribo, atentamente.



Mtr. Esther Nohemí López Coloma
Colegiado 2351

Nota. Carta de aprobación de asesora. Obtenido de E. López (2023). *Carta de aprobación.*

Anexo 2.

Título de asesora



Nota. Título de asesora. Obtenido de E. López (2023). *Título de asesora.*