



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA
DEL TRANSPORTE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS REFRIGERADOS**

Héctor Saúl Velásquez Furlán

Asesorado por el Msc. Ing. Néstor Alejandro Patzán Chitay

Guatemala, julio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA
DEL TRANSPORTE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS REFRIGERADOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HÉCTOR SAÚL VELÁSQUEZ FURLÁN

ASESORADO POR EL MSC. ING. NÉSTOR ALEJANDRO PATZÁN CHITAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Karla-María Lucas Guzmán
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
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 INVESTIGACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS REFRIGERADOS

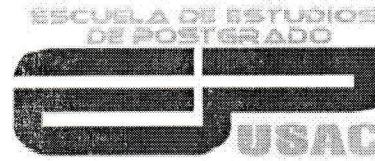
Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 25 de octubre de 2013.



Héctor Saúl Velásquez Furlán



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-0016-2014

Guatemala, 23 de abril de 2014.

Director
 César Ernesto Urquizú Rodas
 Escuela de Ingeniería Industrial
 Presente.

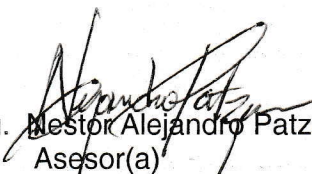
Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Héctor Saúl Velásquez Furlán** carné número **97-12285**, quien optó 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 de Gestión Industrial**.

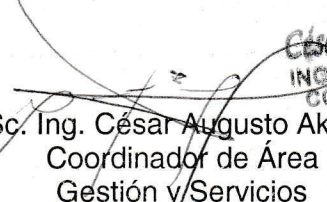
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente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

Sin otro particular, atentamente,

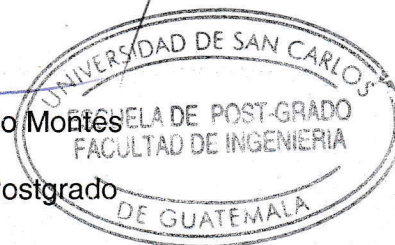
“Id y enseñad a todos”

MSc. Ing. 
 Nestor Alejandro Patzan Chitay
 Asesor(a)

NESTOR ALEJANDRO PATZAN CHITAY
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 9,806

MSc. Ing. 
 César Akú Castillo MSc.
 INGENIERO INDUSTRIAL
 COLEGIADO No. 4,073
 César Augusto Akú Castillo
 Coordinador de Área
 Gestión y Servicios


 Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
 Directora
 Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
 /la



REF.DIR.EMI.113.014

El Director de la Escuela de 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 Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS REFRIGERADOS**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Saúl Velásquez Furlán**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2014.

/mgp



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 INVESTIGACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS REFRIGERADOS**, presentado por el estudiante universitario: **Héctor Saúl Velásquez Furlán** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, julio de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

Jehová Dios

Amoroso creador a quien pertenece la honra y gloria, porque a causa de su voluntad, guía y ayuda me ha permitido alcanzar esta meta.

Mi madre

Elvia Furlán de Velásquez, por su amor, consejos, motivación y apoyo incondicionales sin los cuales este triunfo académico no sería posible.

Mi padre

Héctor René Velásquez, gracias a su esfuerzo, dedicación, guía y consejos diarios mi formación profesional y este éxito ahora son una realidad.

Mi hermana

Marcia Gabriela Velásquez, por ser un ejemplo de fe y perseverancia para alcanzar las metas y objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTOS A:

Jehová Dios

Por el don de la vida, tu guía, bendiciones y protección en la realización de mi carrera profesional.

Mis padres

Regalos privilegiados de Dios, gracias por su entrega, cuidados, dedicación y esfuerzo para brindarme lo mejor de su vida y a quienes debe mi formación personal y académica.

Mi hermana

Gracias por tu cariño, consejos y motivación.

Facultad de Ingeniería

Por los conocimientos y experiencias adquiridas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES	01
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	07
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. OBJETIVOS	13
5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	15
6. ALCANCES	17
6.1. Alcance investigativo	17
6.2. Alcance técnico	18
6.3. Alcance de resultados esperados	18
7. HIPÓTESIS	21
8. MARCO TEÓRICO	23
8.1. Historia de la empresa	23

8.2.	Misión y Visión	24
8.3.	Cultura organizacional.....	25
8.4.	Mercado objetivo.....	25
8.5.	Logística.....	25
8.5.1.	Actividades logísticas	26
8.5.2.	Beneficios de la logística	26
8.5.3.	Retos logísticos	27
8.5.4.	La distribución física y sus funciones.....	27
8.5.5.	La distribución y el cliente.....	28
8.6.	Productos alimenticios refrigerados.....	31
8.6.1.	Congelados	31
8.6.2.	Refrigerados.....	33
8.6.3.	Secos	34
8.6.4.	Importancia de la cadena de frío	36
8.6.5.	<i>Food Service</i>	40
8.7.	Transporte.....	41
8.7.1.	Flota de transporte	41
8.7.2.	Unidades de refrigeración.....	42
8.8.	Rutas de distribución.....	43
9.	CONTENIDO DE ÍNDICE DE PROPUESTO	51
10.	METODOLOGÍA	55
10.1.	Diseño de la investigación.....	56
10.2.	Conceptualización de variables	56
11.	PLAN DE MUESTREO	59
11.1.	Metodología de la recolección de datos	60

12.	ELEMENTOS DEL PLAN DE MUESTREO	65
12.1.	Población objetivo.....	65
12.2.	Técnicas de muestreo	65
12.3.	Tamaño de la muestra	66
12.4.	Instrumentos de la recolección de datos.....	67
13.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	71
14.	FACTIBILIDAD Y RECURSOS DEL ESTUDIO	73
15.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	77
16.	BIBLIOGRAFÍA	79
17.	ANEXOS	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de la cadena de frío	40
2.	Flota de transporte refrigerado	42
3.	Furgón con unidad de refrigeración.....	43
4.	Rutas de entregas y nodos a visitar	48
5.	Rutas de entregas y nodos a visitar usando 2 transportes	49
6.	Ruta de entregas y nodos a visitar turno a.m. y p.m.....	49

TABLAS

I.	Alimentos congelados	32
II.	Alimentos refrigerados	34
III.	Alimentos secos	36
IV.	Bitácora de ruta.....	70
V.	Presupuesto para el diseño de investigación	75

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
&	<i>Ampersand</i>
cms	Centímetros
e	Error máximo
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
m²	Metros cuadrados
%	Porcentaje
P	Proporción de categoría de la variable
N	Tamaño de la población
Z_{$\alpha/2$}	Z correspondiente al nivel de confianza elegido

GLOSARIO

Cadena de frío	Sucesión de procesos logísticos tales como almacenaje, distribución y transporte que requieren mantener una temperatura necesaria para garantizar la calidad e integridad de un alimento desde que se produce hasta su consumo.
Cadena de suministro	Estructura logística que integra los procesos de negocio, las personas, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos y servicios que luego son ofrecidos y distribuidos al consumidor para satisfacer su demanda.
Centro de distribución	Instalación física donde se almacenan, clasifican y se originan los despachos de órdenes o pedidos para su entrega al cliente.
Consumo masivo	Productos que tienen una alta demanda y que son requeridos por todos los estratos sociales. Son de consumo diario y satisfacen las necesidades humanas básicas.

Flota de transporte	Conjunto de vehículos destinados a transportar mercancías o personas y que dependen económicamente de la misma empresa.
FODA	Análisis que consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles caracterizan la situación interna de una organización, así como los que determinan su desempeño externo; es decir, las oportunidades y amenazas
<i>Food service</i>	Es el mercado que integra una red de producción y distribución de alimentos, equipos y servicios para los establecimientos que preparan y suministran alimentos preparados fuera del hogar.
Furgón frigorífico isotérmico	Contenedor con paredes termoaislantes que aseguran el transporte de mercancías o alimentos en temperatura controlada, limitando los intercambios de calor y frío entre el interior y el exterior.
GPS	Sistema global de navegación por satélite que permite determinar la ubicación de un objeto en cualquier parte de la geografía mundial. (GPS por sus siglas en inglés de <i>Global Positioning System</i>)

Indicadores logísticos	Medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión logística que permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso de cadena logística.
Logística	El proceso de planear y controlar el almacenamiento y flujo de bienes y servicios desde un punto de origen al punto de consumo, cumpliendo con los requisitos del cliente.
Ruta de distribución	La trayectoria que recorre cada vehículo desde el origen donde se realiza la carga, pasando por los distintos puntos de entrega, hasta retornar al punto de origen.
VRPTW	Ruteo de vehículos con ventana de tiempo (VRPTW, por sus siglas en inglés) es un problema basado en asignación de rutas a vehículos para atender a diferentes clientes, utilizando un rango de tiempo de atención asignado a cada cliente, conocido como ventana de tiempo, la ventana de tiempo incrementa el número de restricciones en el problema.

RESUMEN

La logística se ha consolidado como una de las principales herramientas para que una empresa sea competitiva. Parte importante en esta actividad es el transporte, especialmente el traslado de los productos terminados entre empresas y clientes que se encuentran dispersos geográficamente. Además, agrega valor a los productos o servicios cuando estos son entregados a tiempo, sin daños y en las cantidades requeridas, siendo uno de los puntos clave en la satisfacción del cliente.

En el caso de la logística del transporte de productos alimenticios refrigerados de igual forma debe apoyar los procesos logísticos y estrategias de la empresa para cumplir con los tiempos de entrega, valor agregado al cliente y rentabilidad. Además, la cobertura de los costos de distribución genera un impacto en las oportunidades de nuevos negocios, inversión en la mejora de capacidad instalada y beneficios para el personal a corto y mediano plazo.

La investigación se desarrolla en una empresa guatemalteca que se dedica a la comercialización y distribución de productos alimenticios refrigerados en el área metropolitana y departamental. Propone alternativas que pueden optimizar las rutas de entrega, los procedimientos operativos de distribución y el rendimiento del transporte de productos alimenticios refrigerados, de modo que toda la operación cumpla con las expectativas del cliente y sea rentable para la empresa.

Además se identificarán los factores que afectan directamente el diseño de rutas de distribución óptimas para cumplir con los tiempos de entrega y el impacto en el entorno del negocio. Se realizará un trabajo de campo en las rutas de distribución tanto en la capital como en el interior del país, el cual permitirá mapear el proceso como un conjunto desde que ingresa el pedido hasta que se hace efectiva la entrega.

La información del trabajo de campo se compara con los modelos de rutas de distribución específicos para optimizar su diseño, incluyendo cuadros de registro y control para generar información a ser evaluada según los indicadores logísticos, definiendo la periodicidad del monitoreo, roles y responsabilidades de seguimiento y mejoras.

En los procesos productivos y de prestación de servicios se presentan riesgos y es necesario definir los procedimientos a seguir para dar continuidad al negocio. Por ello se presenta un análisis de riesgos en los procesos operativos actuales, identificando áreas de mejora y actividades críticas, así mismo riesgos que afecten al equipo de distribución: flota de transporte, unidades de refrigeración.

INTRODUCCIÓN

En el mercado nacional la demanda de productos de consumo masivo, en especial de alimentos, tiende a aumentar anualmente. Para satisfacer dicha demanda las empresas distribuidoras concentran sus esfuerzos en mejorar continuamente los procesos operativos que conforman la cadena de suministro. Las operaciones de entrega y distribución de los productos, especialmente cuando el canal de transporte es por la vía terrestre, deben ser funcionales para cumplir con los tiempos de entrega previstos al cliente y generar rentabilidad para la empresa.

Las empresas evalúan sus procesos logísticos para que el costo de distribución mantenga el equilibrio con los costos de producción. La distribución de los productos de consumo masivo debe cumplir con la premisa de que el cliente reciba el producto de forma segura y en el menor tiempo posible, además de mantener la cadena de frío en el caso de los productos refrigerados. Es necesaria la investigación de métodos que permitan disminuir los costos de los procesos logísticos relacionados con la entrega y transporte de los productos al cliente.

Es por ello que deben optimizarse las operaciones propias de la flota de transporte de forma que puedan minimizarse los costos asociados, generar un trazado eficiente de las rutas de entrega críticas cumpliendo con tiempos de entrega, disponibilidad y mantenimiento de la flota y ser una ventaja competitiva para la cadena de suministro.

También debe tomarse en cuenta el crecimiento de la demanda de manera que el transporte y distribución permita atender a nuevos clientes.

Este estudio presenta un caso de logística de distribución y transporte de productos alimenticios refrigerados para una empresa instalada en la ciudad capital, en la que se analizan los procedimientos actuales de transporte para ser optimizados según los modelos y criterios para trazo de rutas de distribución, distancias, tiempos de entrega y riesgos potenciales.

La investigación se apoya inicialmente en presentar los antecedentes generales de la empresa en estudio. Luego se presentará la definición de los conceptos clave en la red de suministro específica para productos alimenticios refrigerados, tales como cadena de frío, los tipos de productos alimenticios refrigerados y su manejo.

Asimismo, se indicarán los conceptos relacionados con: la flota de transporte, los equipos de refrigeración y los furgones, elementos que participan directamente en la distribución y entrega.

Posteriormente, se presentará la situación actual en: las rutas de distribución, la asignación de la flota, preparación de pedidos, tiempos de entrega y costos operativos.

A partir de esa información, se expondrá el análisis y trazo de rutas de distribución y como los modelos teóricos aportan una guía conceptual para aplicarlos en la solución propuesta a la necesidad local de la empresa y su mercado objetivo, tomando en cuenta los factores de la realidad nacional. Además, se detallará la implementación de las mejoras y los mecanismos de seguimiento y monitoreo.

El estudio concluirá presentando: la implementación de las mejoras en la logística de transporte, los formatos para el control y seguimiento, los indicadores que permiten evaluar la operación logística y el apoyo del personal.

1. ANTECEDENTES

En la empresa objeto de estudio, se han realizado solamente registros de algunas de las rutas de distribución, compilando los datos de cantidad de clientes en cada ruta, detallando los tiempos de cada actividad que implica el transporte y entrega de los pedidos como: tiempo de transporte, traslados entre clientes, preparación del pedido, entrega al cliente, recepción del pago y la vuelta al centro de distribución, anotando también como observaciones cualquier obstáculo o factor interno o externo que genere demoras en todo el tiempo de ruta.

Estos datos se han registrado y presentado a la supervisión de transporte y distribución, sin embargo, no se han implementado medidas correctivas a partir de dichos registros.

Ahora bien, existen algunas referencias bibliográficas e investigaciones sobre el tema de la distribución de productos de consumo masivo tomando en cuenta la distribución y transporte de los mismos y los tiempos de entrega que se deben cumplir.

Según Tercero, O. M. (2005) en un estudio realizado en una empresa que comercializa productos de consumo masivo indica que “debe existir una estructura de ventas por canales de distribución los cuales son detalle, mayoreo y mercados especiales.”

En la actualidad la empresa posee 29 rutas que están conformadas de la siguiente manera: 23 de venta al detalle, 4 de mayoreo y 2 de mercados

especiales. Existen problemas de rentabilidad por ruta. Es así que teniendo estas áreas de oportunidad es necesario efectuar una reestructuración de rutas en la distribuidora, con el fin de mejorar la rentabilidad de las mismas y por ende la rentabilidad de la empresa.

En ese estudio se incluye un FODA, para determinar cuáles son los problemas críticos de la empresa en lo referente a las rutas de distribución, el cual se puede tomar como un modelo para el presente diseño de investigación, ya que se hace una reestructuración de rutas apoyados en el análisis de sensibilidad, asimismo se trabaja en cómo mejorar márgenes y la utilidad en operación por ruta de distribución.

Al transformar rutas del canal de detalle de autoventa a rutas de preventiva de detalle y también aumentar las rutas mayoristas, se redujeron los gastos de administración y de distribución. Por lo que estas modificaciones también se pueden adaptar al caso de estudio en cuestión.

Por otro lado, analizando el problema como un modelo matemático, (Restrepo, J. & Medina, P. 2008, p.229), indican que “la distribución de productos alimenticios refrigerados puede enfocarse como un problema logístico de Programación de Vehículos con Ventanas de Tiempo, (VRPTW según sus siglas en inglés)”.

Concuerdan en que “todos los días se entregan productos en diferentes puntos de una ciudad, teniendo como referencia un origen que es el punto de distribución. Uno de los objetivos de los distribuidores es determinar el número de vehículos que se requieren para la entrega de bienes a los clientes con el objetivo de minimizar el costo de transporte” (Restrepo, J. & Medina, P., 2008, p.229).

Este documento presenta un caso de estudio de una empresa distribuidora de comestibles en la ciudad de Santa Rosa de Cabal Risaralda, Colombia, que desea determinar el número de vehículos minimizando sus costos de transporte. El problema tiene un almacén y 20 clientes para atender con requerimientos definidos. Los vehículos tienen una capacidad de 100 unidades del producto de entrega y los clientes restringen las entregas a unas ventanas de tiempo. El problema se modela como un VRPTW (*VRP with Time Windows* por sus siglas en inglés) donde se tienen vehículos de capacidad de carga finita. Para determinar la solución se utiliza la heurística R. El algoritmo se implementa en Visual Basic para Excel.

De manera que este enfoque matemático aplicado a un ejemplo real puede tomarse como guía para adecuar los parámetros de carga, tiempos y distancias para el caso en estudio.

Además, según Del Águila, C. A. (2009, p. 3), para una empresa guatemalteca que distribuye productos hidráulicos industriales, el objetivo del estudio fue “diseñar un plan logístico de distribución para la entrega a tiempo de productos, logrando establecer procedimientos para el proceso, los cuáles se basaron en la información obtenida de las entrevistas al personal de la empresa, mapas, gráficas y trabajos realizados sobre el tema, así como páginas informativas en el internet.”

El crecimiento de las operaciones de la empresa, implicaba la creación y modificación de nuevos procedimientos para mantener la confianza y fidelidad de los clientes, superando sus expectativas.

Como resultado de la implementación, se logró una sectorización de zonas por agencias, la clasificación de pedidos, el control estadístico en base a los datos obtenidos diariamente y la distribución de la flota vehicular para cada una de las agencias en base a sus necesidades, así como la asignación de costos por agencia, logrando una independencia de áreas. Con esto se logró un ahorro diario de combustible del 17,5 % y de un 2,25 % mensual en los costos de distribución.

Los factores de sectorización de zonas y las recomendaciones indicadas, soportan los criterios utilizados en el presente diseño de investigación para proponer procedimientos operativos al Departamento de Distribución, buscando siempre el alto rendimiento y la productividad de las operaciones.

También es importante revisar estudios en los que se ha analizado la logística de distribución según los modelos de trazo de rutas. Tal es el caso de Eidelman, A.P. & Valdez, A. (2007, p. 2) en donde enfocan el problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo (VRPTW) como “la generación óptima de rutas de entrega a partir de un conjunto estático de pedidos, considerando que cada pedido tiene una locación y una banda horaria donde se debe realizar la entrega.”

El estudio lo enfocan a empresas de logística que incluyan entre sus servicios la entrega de productos a corto plazo y donde el conjunto de pedidos se modifique frecuentemente. Precisamente es el caso del presente diseño de investigación y referencia la utilización de herramientas informáticas para la resolución de estos problemas y cómo representa una reducción importante en los costos asociados al tamaño de una flota, el combustible requerido y el tiempo utilizado para la entrega.

Para la resolución de problemas de este tipo se diseñó un algoritmo basado en búsqueda Tabú, aplicado sobre una heurística de búsqueda local y se idearon distintas estrategias para mejorar la calidad de las soluciones. Además se desarrolló un módulo que permite realizar en forma *batch*, o por lotes, el ingreso de pedidos y simular el avance del tiempo, así como una interfaz gráfica para ver el estado de la simulación.

Finalmente, (Acuña, E. 2005, p. 2) en una publicación de la revista Gestión de Operaciones, presenta la implementación de un modelo de programación lineal para el ruteo de vehículos con ventanas de tiempo (VRPTW), utilizado para resolver el problema operacional que enfrenta una empresa dedicada a distribución de pallets a sus puntos de venta desde su centro de distribución. Con los datos suministrados por la empresa se implementó y resolvió el modelo VRPTW. Los resultados obtenidos se compararon con el ruteo que genera de forma manual el administrador de los camiones.

Este informe concuerda con el criterio del presente diseño de investigación al utilizar un modelo de programación lineal para resolver el ruteo de distribución con ventanas de tiempo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La logística del transporte de productos alimenticios refrigerados necesita que los procesos logísticos soporten los esfuerzos y estrategias de la empresa para cumplir con los tiempos de entrega, valor agregado al cliente y rentabilidad.

Bajo el esquema operativo actual no se están cumpliendo los tiempos de entrega a los clientes, lo que genera reclamos y pérdida de la participación de mercado. Además, existe deficiencia en el rendimiento y desempeño de la flota de transporte, incrementando los costos de operación y distribución de la empresa Envíos de Consumo, S. A.

La cobertura de dichos costos de distribución genera un impacto en las oportunidades de nuevos negocios, investigación y desarrollo, renovación de la flota de transporte, inversión en la mejora de capacidad instalada y beneficios para el personal a corto y mediano plazo.

Es necesario responder al cuestionamiento: ¿de qué forma pueden optimizarse las rutas de entrega, los procedimientos operativos de distribución y el rendimiento del transporte de productos alimenticios refrigerados, de modo que toda la operación cumpla con las expectativas del cliente y sea rentable para la empresa?.

El estudio iniciará con un diagnóstico de los procesos operativos actuales para determinar qué mejoras pueden aplicarse a los procedimientos y flujo de la cadena de suministro. Además será necesario identificar cuáles son los

criterios y factores que deben tomarse en cuenta para un diseño óptimo de rutas de entrega de los productos alimenticios refrigerados.

El análisis de la logística de distribución también responderá a la pregunta de: ¿cuáles son los factores del entorno del negocio que afectan la logística y el cumplimiento de los tiempos de entrega? Para ello será necesario identificar y relacionar el impacto del entorno en el desempeño operativo de la logística de transporte. Una vez establecidos dichos factores, se expondrá un modelo de rutas de entrega para la atención de la demanda actual y futura.

Posteriormente es necesario establecer si la capacidad instalada actual responderá a la demanda de nuevos clientes. Para ello se presentarán los indicadores de desempeño que permiten determinar el nivel máximo de servicio y cobertura.

También es necesario indicar qué controles pueden cuantificar y monitorear el desempeño de la distribución. Dado que para todo proceso es necesario definir mecanismos de seguimiento se determinarán qué indicadores pueden demostrar los niveles de servicio y tiempos de entrega.

Desde el punto de vista de la continuidad del negocio se presentarán las medidas de contingencia o alternativas que pueden ponerse en práctica para garantizar la entrega en tiempo de los pedidos realizados por los clientes.

Para el desarrollo del estudio bajo un enfoque directo y específico, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué mejoras pueden aplicarse a los procedimientos y flujo actuales de la cadena de suministro?

- ¿Cuáles son los criterios que deben tomarse en cuenta para un diseño óptimo de rutas de entrega de los productos alimenticios refrigerados?
- ¿Qué controles pueden cuantificar y monitorear el desempeño de la distribución?
- ¿Cuáles son los factores del entorno del negocio que afectan la logística de transporte?
- ¿Cuáles son las rutas de distribución que más conflicto presentan?
- ¿Qué medidas de contingencia existen para garantizar la entrega en tiempo de los productos refrigerados?
- ¿Cómo se podría calcular si la capacidad instalada respondería a necesidades de clientes nuevos?
- ¿Cuáles son los factores del entorno del negocio que afectan la logística de transporte?

3. JUSTIFICACIÓN

Para el cliente el producto y nivel de servicio de su proveedor tiene mayor valor si lo obtiene en el momento y lugar donde lo necesita, con las condiciones y cantidad esperadas. Cuando el proveedor del producto cumple con estos factores, genera confianza en su nivel de servicio y lealtad de compra de sus clientes.

Para garantizar este concepto, el maestro en Gestión Industrial cuenta con herramientas administrativas apropiadas y funcionales. La principal es la logística pues permitirá cumplir con los niveles de servicio y entrega esperados por el cliente y que a la vez el proveedor alcance los objetivos de rentabilidad, disminuir los costos asociados e incrementar la ventaja competitiva de la empresa.

Para las empresas que se dedican a la logística del transporte de productos alimenticios refrigerados es importante optimizar los procesos operativos relacionados al traslado del producto del centro de distribución hacia los clientes, flujos de información y pedidos, conservación de la cadena de frío, rutas de distribución óptimas, atención posventa. Estas actividades en conjunto apoyan los esfuerzos de la empresa para incrementar sus niveles de servicio al cliente, valor agregado y productividad.

La participación del maestro en Gestión Industrial en un proyecto de logística es necesaria para el análisis y optimización de los procesos operativos propios de la distribución y transporte del producto, elaboración de registros y diagramas de operaciones, toma de tiempos, asignación de pedidos, diseño de

rutas de distribución, planes de mantenimiento para la disponibilidad de la flota de transporte, reducción de costos, definir estrategias para que la cadena de suministro de los productos alimenticios refrigerados sea responsable con el medio ambiente y que los colaboradores se desarrollen en un entorno laboral apropiado para su bienestar físico y emocional.

La investigación además aportará una base de criterios, ideas y conceptos para estudios futuros de estudiantes y profesionales que se desarrollen en el área de logística de productos alimenticios refrigerados en el mercado nacional con el objetivo de optimizar la logística de distribución y transporte superando las expectativas de los clientes y haciendo de la operación un negocio rentable para la empresa.

4. OBJETIVOS

General

Optimizar la logística de transporte de productos alimenticios refrigerados, generando una operación rentable y cumplir los tiempos de entrega al cliente.

Específicos

1. Evaluar los procesos operativos actuales para la distribución y entrega de los pedidos identificando tareas críticas.
2. Identificar los factores que afectan el diseño de rutas de distribución que cumplan con los tiempos de entrega establecidos y sean rentables para la empresa.
3. Establecer un modelo de rutas de entrega óptimo para la demanda actual y futura.
4. Describir el desempeño de la logística de distribución, los niveles de servicio y tiempos de entrega mediante los indicadores específicos.
5. Identificar y relacionar el impacto del entorno del negocio en el desempeño y logística de transporte y distribución de los productos alimenticios refrigerados.

6. Establecer medidas de contingencia para garantizar la entrega en tiempo de los pedidos de la ruta de distribución.

5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

El estudio se realizará en una empresa guatemalteca que se dedica a la comercialización y distribución de productos alimenticios refrigerados en el área metropolitana y departamental.

Actualmente logran cubrir la demanda y tiempos de entrega en el transporte y distribución, sin embargo, a un alto costo de oportunidad ya que existen procedimientos y operaciones que deben ser optimizados y realizarse esfuerzos adicionales para cumplir con las expectativas del cliente y con los objetivos corporativos.

Localmente existen pocos estudios y propuestas relacionadas con la logística y el transporte y entrega de productos alimenticios refrigerados.

Por su naturaleza los productos alimenticios refrigerados durante el transporte y distribución deben mantener la cadena de frío y ser entregados en el momento oportuno al cliente. Esto exige que la logística de distribución y transporte sea responsable y eficiente con las actividades que esto implica, que garantice además la integridad e inocuidad de los alimentos refrigerados.

Por lo que el estudio es un aporte apropiado para que en un espacio de tiempo de 6 meses, se apliquen los conocimientos técnicos referentes a asignación y optimización de transporte, modelos de rutas de distribución, desarrollo y documentación de procedimientos operativos y mecanismos de control.

Existen modelos de trazos de rutas de distribución pero localmente en Guatemala existen otros factores que dichos modelos no integran. Para identificarlos se estará realizando un trabajo de campo en las rutas de distribución tanto en la capital como en el interior del país, el cual permitirá mapear el proceso como un conjunto desde que ingresa el pedido hasta que se hace efectiva la entrega.

Posteriormente se indicará cómo esos factores pueden integrarse a un modelo de trazo de rutas de distribución para que sean rentables tanto para los clientes como para la empresa, aunado a la optimización de los procesos operativos propios de la logística y transporte.

6. ALCANCES

6.1. Alcance investigativo

El estudio se desarrollará bajo un esquema de alcance descriptivo, iniciando con especificar las características y propiedades de los procesos actuales para la logística de distribución de productos alimenticios refrigerados.

Se deberán establecer los procedimientos, flujos operativos y controles para optimizar la logística de transporte y distribución de productos alimenticios refrigerados.

Además se identificarán los factores que afectan directamente el diseño de rutas de distribución óptimas para cumplir con los tiempos de entrega y que las mismas sean rentables para la empresa.

También se establecerán qué indicadores o parámetros determinan si la capacidad instalada de distribución soporte nuevos clientes y cobertura.

Asimismo, se identificará y describirá el impacto del entorno comercial en el desempeño y logística de transporte y distribución de los productos alimenticios refrigerados.

6.2. Alcance técnico

Para establecer las características y propiedades de la logística de distribución y transporte será necesaria la aplicación de técnicas de ingeniería como las siguientes:

- Diagramas de diagnóstico de operaciones.
- Técnicas de asignación y optimización de transporte, especialmente las relacionadas con tomar en cuenta los tiempos de entrega previstos y los tiempos de espera en cada entrega.
- Establecer costos de la operación de transporte y distribución.
- Diseño de las rutas de distribución según la demanda y capacidad instalada de la flota de transporte.
- Manejo y control de inventarios de combustibles, niveles de reorden, selección de proveedores.
- Procedimientos operativos y mecanismos de control y seguimiento.

6.3. Alcance de resultados esperados

Luego del desarrollo de la investigación se habrán establecido los procedimientos, operaciones, características y documentación necesaria para optimizar la logística de transporte y distribución de productos alimenticios refrigerados, de manera que a través de las mejoras propuestas la empresa pueda:

- Realizar entregas de pedidos cumpliendo con los tiempos de espera establecidos.
- Una logística de transporte y distribución que sea rentable.

- Generar nuevas oportunidades de negocio y mayor participación del mercado al aumentar la cobertura de distribución en las rutas.

Además se realizará una propuesta técnica de contingencia relacionada con temas como:

- Demoras o imprevistos que retrasen la ruta de distribución.
- Procedimientos de respuesta ante un desastre natural.
- Impacto ambiental que generen los insumos y materiales necesarios para el funcionamiento de la flota de transporte.

7. HIPÓTESIS

Las mejoras de diseño en las rutas de distribución, implementación de controles e indicadores logísticos, incrementan la productividad de las operaciones de entrega y transporte de productos alimenticios refrigerados.

8. MARCO TEÓRICO

8.1. Historia de la empresa

La empresa distribuidora de productos alimenticios refrigerados se inicia en el negocio de *Food Service* en 1980, distribuyendo productos tales como tortitas de carne congelada, papas para freír, luego inaugura una planta propia para producción de carne y otra para producción de pasteles. El Centro Logístico de Distribución de Suministros & Alimentos cuenta con aprobaciones de diferentes entes y cadenas de comidas internacionales, que lo autorizan para almacenar y distribuir productos alimenticios. Entre estas se encuentran:

- Distribución de productos para McDonald's, a través de la implementación y funcionamiento del sistema de calidad e inocuidad para distribuidores de McDonald's "DQMP"
- Distribución de productos para YUM! Brands, a través de la implementación y funcionamiento del sistema de calidad e inocuidad de YUM! Brands.
- Autorización por el ejército de Estados Unidos para fungir como centro de distribución de emergencia, en el caso de que las fuerzas armadas estadounidenses llegarán a necesitarlo.

En noviembre 2010 inauguran el Centro Logístico de Distribución de Servicio de Alimentos más grande de Guatemala, con el cual esperan exceder las expectativas de los clientes.

Las instalaciones cuentan con una bodega seca que mide 1 400 m²; una bodega refrigerada de 180 m²; una bodega congelada de 1 525 m²; *dock* de carga y descarga de 1 215 m² con 18 puertas.

La bodega congelada cuenta con espacio para almacenar 100 000 cajas de producto congelado a -10 grados Fahrenheit, con controles automatizados de acceso y temperatura; en la bodega refrigerada caben 18 000 cajas de producto refrigerado; y en la bodega seca, 82 000 cajas. Estas instalaciones se diseñaron para ser expandibles, a corto plazo, a 150 000 cajas de producto congelado y 150 000 de seco.

Los equipos con que se opera son amigables con el medio ambiente, pues el sistema de refrigeración trabaja con compresores en paralelo, que cuando los cuartos fríos llegan a la temperatura deseada se apagan por etapas, ahorrando energía. Además, el sistema de iluminación tiene sensores de movimiento para encender únicamente las luces necesarias.

8.2. Misión y Visión

- Misión: “Ser la empresa líder a nivel regional en proveer soluciones integrales a las cadenas de suministros de las empresas de servicios alimenticios y de hospitalidad.”
- Visión: “Somos una empresa privada íntegra, líder en la elaboración y distribución de productos alimenticios de la más alta calidad a precios competitivos. Estamos comprometidos con la optimización de los recursos para poder lograr rentabilidad sobre la inversión de nuestros accionistas, satisfaciendo las expectativas de valor de nuestros clientes.”

8.3. Cultura organizacional

“Somos una empresa socialmente responsable cuya base de desarrollo y crecimiento se fundamenta en nuestros valores los cuales son la integridad, responsabilidad, el valor que damos a las personas, el trabajo en equipo y el mejoramiento continuo de nuestros procesos, ofreciendo a nuestros colaboradores la mejor oportunidad posible de empleo y desarrollo.”

8.4. Mercado objetivo

El mercado objetivo de la empresa son los negocios en los que se preparan alimentos para restaurantes, hoteles, cadenas de franquicias a nivel metropolitano y departamental en occidente y oriente.

La cartera de productos está conformada por carnes y aves, tortitas de carne, papas congeladas, aceites y grasas, productos lácteos, panadería y repostería, mariscos, enlatados y conservas, aderezos, sazónadores y condimentos, embutidos, huevos, bebidas, edulcorantes. También empaques para alimentos y artículos de operación y limpieza.

8.5. Logística

Para muchas empresas, la satisfacción del cliente es lo primordial. El consumidor consigue el producto en el tiempo y lugar preciso, lo compra y se va. Sin embargo, detrás de esa demanda existe todo un proceso de producción y distribución que contribuye a maximizar la flexibilidad de respuesta de cada cliente; es necesario haber estudiado con anterioridad el nivel del mercado y los lugares precisos donde se va a vender ese producto.

Precisamente la logística coordina y planifica diferentes actividades con el objeto de que el producto llegue a su usuario final en el tiempo, forma adecuada y al menor costo y efectividad posible.

8.5.1. Actividades logísticas

(Ballou, R., 2004, p. 7), expone que “el flujo logístico conlleva una serie de actividades que deben cumplirse, con la mayor rapidez posible, para satisfacer las necesidades del cliente. En primer lugar, el productor debe requerir de un almacén o fábrica, comprar las materias primas a los respectivos proveedores y luego convertirlas en productos terminados.

Una vez culminado este proceso, se venden los productos a los distribuidores, quienes se encargan de almacenarlos y transportarlos hasta los puntos de venta. Finalmente, los establecimientos comerciales tendrán la labor de comprar esa mercancía, colocarla en los stands y venderla al consumidor final.”

8.5.2. Beneficios de la logística

(Ballou, R., 2004, p. 33), enuncia cuáles son los beneficios que la logística provee a las organizaciones:

“Los beneficios de la Logística para empresas de distribución pueden ser:

- Incrementar la competitividad.
- Cumplir con los requerimientos del mercado.
- Agilizar las actividades de compra del producto terminado.
- Planificar estratégicamente para evitar situaciones inesperadas.

- Optimizar los costos, tanto para los proveedores como para los clientes.
- Planificar de forma eficaz las actividades internas y externas de la empresa.”

8.5.3. Retos logísticos

Precisamente la logística tiene como misión colocar los productos siguiendo los parámetros adecuados de calidad y cantidad, con el objeto de evitar la escasez. Sin embargo, el problema se presenta cuando se introducen en el mercado recursos en abundancia. La idea es compensar este error con la máxima economía posible. Se deben evitar procesos complicados a la hora de producir y distribuir el producto, la simplicidad en el planeamiento de acciones logísticas es lo ideal.

Asimismo, (Ballou, R., 2004, p. 62), indica que “el sistema logístico debe ser capaz de adaptarse a diferentes circunstancias, a situaciones cambiantes, de allí a que requiera de flexibilidad. También debe coordinar adecuadamente las múltiples y diversas acciones que la integran, con el objeto de satisfacer las exigencias del mercado de forma inmediata. La logística funciona como un ciclo, en el cual el productor, distribuidor y cliente final conforman un engranaje indestructible. Si alguno de ellos falta, el flujo logístico se rompe. Precisamente esto es lo que debemos evitar.”

8.5.4. La distribución física y sus funciones

(Anaya Tejero, J.J., 2009, p. 17), señala que: “Para que la distribución física cumpla su objetivo principal (el traslado físico del producto desde la fábrica hasta el consumidor final) tiene que poner en práctica una serie de funciones:

- Estimación de la demanda. La logística de distribución será eficaz si pone a disposición del mercado los productos que éste demanda, en el momento y cantidad precisos.
- Procesamiento de pedidos. Hace referencia al conjunto de actividades relativas al tratamiento de las órdenes de compra.
- Gestión de almacén. Es indispensable llevar un control de las entradas y salidas de los productos en el almacén.
- Embalaje. Es el procedimiento destinado a la conservación y protección de los productos.
- Transporte del producto. En esta función se incluye la carga y descarga del mismo, así como el plan de ruta a poner en marcha para trasladarlo hasta su destino.
- Gestión de cobros. Determinar las personas que atenderán al cliente, a la vez que le entregan el producto y proceden a su cobro.”

8.5.5. La distribución y el cliente

El concepto de distribución supone hoy algo más que la utilización más o menos efectiva de transporte y almacenes tal como se lo entendía en décadas pasadas donde la función resultaba ser secundaria y sin la posibilidad de un desarrollo adecuado, debido a la escasez de inversiones, recursos inapropiados y equipamientos muchas veces obsoletos.

Según Anaya Tejero, J.J., (2009, p. 18), “Al ser mercados de demanda insatisfecha estas funciones estaban relegadas a un segundo plano en la mayoría de las organizaciones, dado que los requerimientos pasaban por otros sectores funcionales tales como Producción, Finanzas y Administración”.

Los productos eran empujados al mercado donde la demanda superaba a la oferta y las eficiencias de la cadena no eran prioritarias porque los márgenes lo permitían, trasladándose el sobrecosto y la ineficiencia a la cadena, y en última instancia al consumidor. Estas acciones han provocado problemas que se traducen en caída de rentabilidad, pérdida del mercado, insatisfacción de los clientes y deterioros importantes en los canales de comercialización.

Continúa (Anaya Tejero, J.J., 2009, p. 18), indicando que “este proceder se altera cuando aparece la sobreoferta, la retracción del consumo y la competencia como lógica consecuencia se hace muy fuerte obligando a las Organizaciones a tratar de mantener posiciones estratégicas y además tratando de satisfacer los requerimientos que emanan del mismo mercado - efecto *pull*.”.

La creciente globalización y los cambios producidos en la relación productor hacia consumidor hicieron evidentes las ineficiencias y los obsoletos sistemas logísticos aplicados

Según (Sojo, R., 2006, p. 3), “Los problemas clásicos que se observan cuando existen inconvenientes en el sistema logístico de distribución y que obligan a replantear la situación son:

- Imposibilidad de comprometer fecha cierta de entrega a los clientes.
- Deficiente información sobre las entregas realizadas.
- *Stocks* de productos inadecuados y mal distribuidos.
- Lapsos excesivos entre la torna del pedido y su entrega.
- Equipamientos e instalaciones deficientes – obsoletas.
- Deficiente respuesta a los reclamos de los clientes.
- Sistemas orientados a la faz contable y no a la gestión logística.
- Distribución inelástica y muy apegada a lo tradicional.

- Desconocimiento de los costos reales.
- Incertidumbre sobre la calidad de servicio ofrecida.
- Insatisfacción de los clientes.”

Por otro lado, (Francesc, R., 2005, p. 16) expone que “Es de suma importancia conocer claramente la calidad de servicio que es percibida por los clientes y además la capacidad operativa / administrativa de la cual se dispone para satisfacerlas a un costo adecuado. Se debe prestar el servicio adecuado al compromiso establecido durante el proceso de venta a efectos de mantener la fidelidad del cliente a través de su satisfacción plena y a un costo acorde.”

Continúa indicando que “No se debe pensar en función de distribución solamente como una variable económica en función de reducción de costos sino que debe ser vista como una variable estratégica con el fin de conseguir ventajas competitivas. Debemos recordar que aproximadamente el 60 % del costo de distribución está representado por el transporte y el almacenamiento y el resto por las tareas de administración, gestión de *stocks* y recursos humanos.”.

Los costos de la distribución se pueden decir que están determinados por cuatro factores claves independientemente de los sistemas de costeo a utilizar:

- Producto y los canales de comercialización.
- Valor del producto.
- El tamaño de la organización.
- El nivel de servicio.

8.6. Productos alimenticios refrigerados

Se presentan a continuación los conceptos relacionados con el tipo de productos alimenticios refrigerados que distribuye la empresa en estudio, de forma que se conozca el detalle y particularidad de los mismos y su relación con la logística de preparación de pedidos, estiba, cadena de frío y transporte.

8.6.1. Congelados

Según (Castellanos Ramírez, A., 2009, p. 22), “Un alimento congelado es aquel que ha sido sometido a bajas temperaturas para conseguir su conservación por largo tiempo. La temperatura necesaria para lograr tal efecto debe ser $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.”

Congelar es convertir el agua que el alimento posee, en cristales de hielo, quedando el alimento temporalmente deshidratado. Esto es lo que permite un mayor tiempo de conservación. El fundamento de la congelación es someter a los alimentos a temperaturas iguales o inferiores a las necesarias de mantenimiento, para congelar la mayor parte de agua que poseen.

La gran ventaja de la congelación es que además de conservar los alimentos, evita la proliferación de microorganismos, ya que por debajo de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, el crecimiento de los mismos se detiene. La temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ es significativa ya que marca la línea bajo la cual los mohos y levaduras apenas se pueden reproducir. Se pueden mencionar ejemplos como las frutas y verduras que contienen mucha agua, donde el punto de congelación varía entre los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Al respecto (Castellanos Ramírez, A., 2009, p. 23), indica que “Tanto la congelación, el transporte y la descongelación deben realizarse de manera correcta para garantizar que todas las propiedades nutritivas del alimento queden intactas. En otras palabras para que el valor nutritivo de un congelado sea igual a un alimento fresco, la manipulación desde el comienzo debe ser adecuada, puesto que influye en la calidad final.”

La base es que toda congelación se realice de forma rápida, para que se formen pequeños cristales y así no dañar la estructura del alimento.

A mayor velocidad de congelación (cristales pequeños), la calidad del alimento será superior. Al congelar, el producto o alimento aumenta de volumen, por lo tanto hay que poner atención en los envases o recipientes a utilizar para distribuir estos alimentos.

Como ejemplo de productos alimenticios congelados están los que a continuación se desglosan en la tabla I.

Tabla I. **Alimentos congelados**

GRUPO DE ALIMENTOS	ALIMENTOS
CÁRNICOS	Carne de res, pollo, pescado
FRUTAS	Pulpa de frutas
EMBUTIDOS	Tocineta, jamón
COMIDAS RAPIDAS PRECOCIDAS	Papa y yuca precocida

Fuente: elaboración propia.

8.6.2. Refrigerados

(Castellanos Ramírez, A., 2009, p. 23) continúa indicando que “La refrigeración conserva y preserva dificultando la proliferación de microorganismos a una temperatura de entre 3 a 5 °C.

Todos los alimentos perecederos, especialmente los alimentos de alto riesgo (productos lácteos, carnes cocinadas, pescados y carnes de ave) deben almacenarse en refrigeración para evitar ser contaminados por bacterias perjudiciales.

La refrigeración a temperaturas por debajo de 4 °C inhibe el crecimiento de la mayoría de las bacterias patógenas pero no las mata, por lo tanto los cuartos refrigerados mantendrán temperaturas entre 2,5 °C a 6 °C.”

Durante el almacenamiento de los alimentos en refrigeración es necesario:

- No almacenar los alimentos directamente sobre el piso del cuarto frío, sino sobre estibas o estantes en material sanitario.
- Guarde los alimentos ácidos en vasijas de peltre, vidrio, o porcelana, nunca en vasijas de aluminio o cobre.
- No conservar en refrigeración alimentos calientes, pues esto eleva la temperatura interna del refrigerador, lo que estimula el crecimiento bacteriano.
- Inspeccionar, rotular y fechar los alimentos que se almacenen. Emplear el método PEPS de rotación de mercancía: Primeras Entradas Primeras Salidas.
- Evitar abrir las puertas del refrigerador más de lo necesario y cerrarlas cuanto antes. La puerta del cuarto frío abierta supone la elevación de la

temperatura interna, lo que estimula el crecimiento bacteriano, la contaminación y la alteración del alimento.

- Es necesario conservar la siguiente disposición de los alimentos en el cuarto frío: las carnes y pescados crudos, ubicarlos en la parte inferior, los alimentos cocinados, en el centro y los productos lácteos en la parte superior, así se evita que la sangre y los exudados de la descongelación goteen sobre alimentos.

Como ejemplos de productos alimenticios refrigerados están los que se describen a continuación en la tabla II.

Tabla II. **Alimentos refrigerados**

GRUPO DE ALIMENTOS	ALIMENTOS
CÁRNICOS	Carne de res, Carne de cerdo, pollo, pescado.
EMBUTIDOS	Salchichas, chorizo, jamón, mortadela, tocineta.
HORTALIZAS Y VERDURAS	Tomate, Auyama, cebolla cabezona, habichuela, zanahoria, lechuga, pepino, pimentón, perejil, cilantro etc.
FRUTAS	Banano, Fresa, Granadilla, Limón, mango, manzana, naranja, uva, uchuva, papaya etc.
ALIMENTOS PROCESADOS	Jugo natural, Gelatina y pudín, Sobrantes de alimentos procesados, tamal.
ALIMENTO PROTEICO	Queso crema, Queso fundido, Queso parmesano
GRASAS Y ACEITES	Margarina y Mantequilla

Fuente: elaboración propia.

8.6.3. Secos

Según (León Villanúa, F., 1990, p. 23) “Esta área es donde se almacenan alimentos que pueden mantenerse a una temperatura de 20 °C a 30 °C. Tales

como alimentos enlatados, cereales, harina, azúcar, galletas, té, café y otros alimentos no perecederos.”

Al almacenar alimentos secos, se deben tomar en cuenta:

- El almacenamiento de los insumos o productos terminados se realizará ordenadamente en pilas o estibas con separación mínima de 60 centímetros con respecto a las paredes.
- Cereales empacados en sacos como (arroz, harinas), azúcar, leguminosas, deben apilarse en forma cruz sobre la plataforma, esto para que permita la circulación de aire por debajo.

Además (León Villanúa, F., 1990, p. 5) indica que “Si los artículos están empacados en cajas deben tenerse los siguientes cuidados:

- Los alimentos como grasas, encurtidos que pueden afectarse por la luz deben permanecer en las cajas.
- Los productos más pesados deben colocarse en los entrepaños inferiores y los más livianos en los superiores.
- Los rótulos de las cajas deben colocarse hacia fuera para que se puedan ver con facilidad.
- Las latas no se deben presentar: hinchadas, perforadas, soldadura defectuosa, abombamientos en uno o ambos extremos, corroídas hundidas.
- Las latas pueden almacenarse de 2 a 3 capas, dependiendo de la amplitud de la estancia y del tamaño de la lata.”

Como ejemplos de productos alimenticios secos están los que se describen en la tabla siguiente:

Tabla III. **Alimentos secos**

GRUPO DE ALIMENTOS	ALIMENTOS
ALIMENTOS PERECEDEROS	Verduras sin procesar Frutas de mano Raíces, Tubérculos y Plátanos (papa, yuca, ñame, plátano) Productos de panadería (Pan, bizcochos, galletas)
ALIMENTOS NO PERECEDEROS	Cereales (Arroz, harinas, avena, pastas) Leguminosas secas (Arveja seca, frijol blanco, frijol rojo, garbanzo, lenteja) Enlatados Encurtidos Aceites Azúcar Vinos Salsas (De tomate, mayonesa, mostaza, negra)
ARTÍCULOS DESECHABLES	Vasos (4 oz, 10 oz, 12 oz) Portacomidas desechables Platos desechables Cubiertos desechables

Fuente: elaboración propia.

8.6.4. **Importancia de la cadena de frío**

(Whitman, C., 2000, p. 25) indica que “Los productos percederos alimenticios empiezan a perder calidad inmediatamente después de ser cosechados.

Se define la cadena del frío como la serie de elementos y actividades necesarios para garantizar la calidad de un alimento desde que se encuentra en su estado natural o precocinado hasta su consumo. También es aplicable esta definición en el caso de productos sanitarios donde se garantiza su calidad desde su producción hasta su utilización. La aplicación del frío es uno los métodos más extendidos para la conservación de los alimentos.”

(Whitman, C., 2000, p. 26) continúa indicando que “Podemos establecer, según la temperatura de congelación, los siguientes niveles:

- A – 4 °C se inhibe el crecimiento de los microorganismos patógenos. Estos microorganismos son peligrosos para la salud ya que producen toxinas que pueden provocar intoxicaciones y en los casos más graves la muerte. El microorganismo patógeno más representativo (y utilizado como control) es el *Clostridium Botulinum*, responsable del botulismo y, por tanto, de la muerte de millones de personas en Europa antes de la invención de la refrigeración.
- A – 10 °C se inhibe el crecimiento de los microorganismos alternativos responsables de la degradación de los alimentos.”

La temperatura es un factor crítico en los sistemas de producción y distribución de alimentos que debe ser rigurosamente controlado. En la cadena del frío intervienen tres etapas fundamentales:

- Almacenamiento en cámaras o almacenes frigoríficos en el centro de producción.
- Transporte en vehículos especiales.
- Plataforma de distribución y centros de venta.

La cadena presenta eslabones más débiles según (Whitman, C., 2000, p. 26), tales como “el tiempo de carga y descarga durante el transporte, que tiene lugar entre las diferentes fases: a la salida del centro de producción o almacenamiento, en la plataforma de distribución y en los puntos de venta. Además, hay que añadir el tiempo transcurrido entre la descarga y su ubicación en el lugar asignado y el tiempo entre que el producto se introduce en el carro

de la compra y llega al refrigerador-congelador del consumidor final. En el caso de la hostelería habría que sumar a la cadena un eslabón más entre el proveedor y el consumidor final.”

Para el estricto control de las temperaturas en todas las fases deben contarse tanto con recursos técnicos específicos como con personal entrenado. Respecto a los recursos técnicos tradicionales se incluyen almacenes frigoríficos y congeladores, todos ellos con dispositivos de lectura y registro de variación de temperatura, vehículos especiales refrigerados con controladores térmicos y sistema de registro o envases de materiales isoterms que minimicen las posibles fluctuaciones de temperatura.

Los sistemas más avanzados de gestión de temperatura incluyen desde la vigilancia automatizada en el transporte a tiempo real por GPS hasta el control centralizado de los niveles de temperatura en los equipos de frío de los puntos de venta en grandes superficies que pueden ser vigilados y corregidos a distancia.

En cuanto al personal (Whitman, C., 2000, p. 26) indica que “debe contar además con formación adecuada para controlar, vigilar y registrar todos los datos relacionados con el control de temperatura, además de conocer el protocolo aplicable en caso de rotura de la cadena de frío.”

El diseño de la logística del producto debe realizarse por temperaturas y no por tipo de alimentos. Por ejemplo, una lechuga y una ensalada de IV gama ya preparada pertenecen al mismo tipo de alimento pero tienen diferentes necesidades respecto a su temperatura de mantenimiento, por lo que la distribución se realizará por separado.

De nada sirve que el fabricante y el distribuidor pongan especial cuidado en mantener la cadena de frío si luego el consumidor no toma las medidas adecuadas. La compra debe comenzar por los productos no perecederos, seguir por los frescos y acabar por refrigerados y congelados en el último momento, colocar los alimentos refrigerados y muy especialmente los congelados en bolsas isotermas con acumulador de frío que mantengan la temperatura adecuada hasta llegar a nuestro hogar. Una vez en él, deben introducirse en el mismo momento en la nevera o congelador según corresponda.

Cuando la temperatura disminuye, se reduce de forma considerable la velocidad de crecimiento de la mayoría de los microorganismos hasta detenerla, así como de las reacciones enzimáticas, por lo que el alimento prolonga considerablemente su conservación y disminuye su riesgo microbiológico.

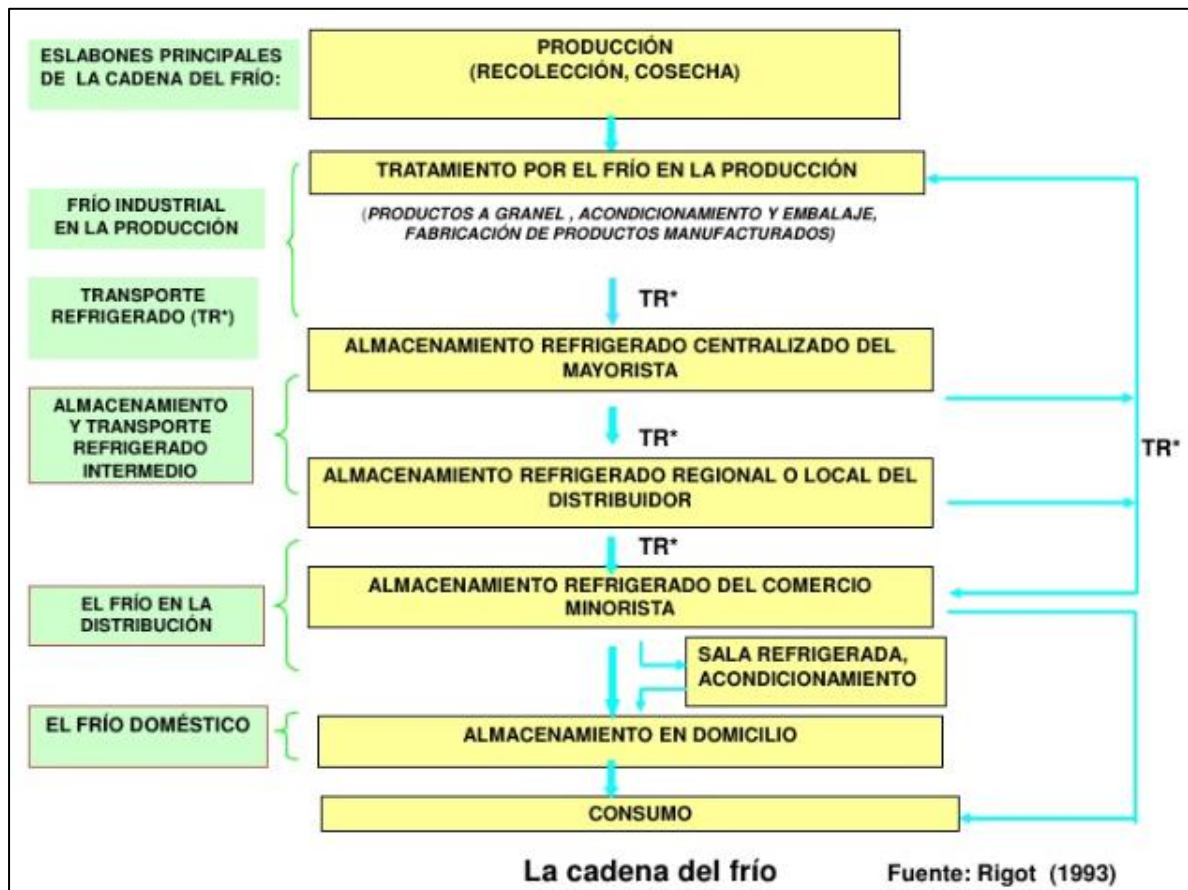
Entre - 4 °C y - 7 °C se inhibe el crecimiento de los microorganismos patógenos. Estos microorganismos son peligrosos para la salud ya que son productores de enfermedades a través de infecciones o de toxinas que pueden provocar intoxicaciones.

A - 10 °C se inhibe el crecimiento de los microorganismos alterantes responsables de la degradación de los alimentos.

A - 18 °C se inhiben todas las reacciones responsables del pardeamiento de los alimentos. Esta temperatura es la fijada como estándar de congelación para la cadena de frío internacional.

A - 70 °C se anulan todas las reacciones enzimáticas, por lo que en teoría el alimento se conservaría indefinidamente.

Figura 1. Diagrama de la cadena de frío



Fuente: Rigot (1993).

8.6.5. Food Service

El *Food Service* es el mercado que involucra a toda la red de producción y distribución de alimentos, equipos y servicios, y está orientado para atender a los establecimientos que preparan y suministran alimentos para las comidas que las personas precisan, fundamentalmente, fuera del hogar.

Es muy importante entender que el origen de la preparación de la comida es el factor preponderante que hace la diferencia de este mercado. Es decir, que se considera como *Food Service*, también, al alimento consumido en el hogar, pero que fue adquirido listo para ello, en algún establecimiento, como podría ser un restaurante, tienda de conveniencia o similares

Además su diversificación le ha permitido al segmento desarrollarse, adelantándose a las necesidades de los clientes por eso ahora el sector no se limita a la gama de alimentos sino que brinda un servicio completo de proveeduría institucional que incluye líneas de limpieza, higiene y cuidado personal, empaques desechables entre otras.

8.7 Transporte

Se refiere al movimiento de carga en todas las formas conocidas: aérea, marítima y terrestre mediante la cual se trasladan insumos, materias primas y productos terminados de un punto a otro según se ha planificado. Para el caso de los productos alimenticios refrigerados se utiliza el transporte terrestre.

8.7.1. Flota de transporte

(Castellanos, A., 2009, p. 55) indica que “La flota de transporte para el negocio de productos alimenticios refrigerados se hace generalmente con camiones diésel que tienen la capacidad de carga desde 3,5 toneladas hasta 10 o 12 toneladas. También se utilizan tráileres con furgón de 30 a 48 pies de espacio volumétrico de almacenamiento.”

Estos camiones cuentan con un furgón o contenedor frigorífico insolado. Los contenedores frigoríficos están contruidos para asegurar el enfriamiento o

congelación completa y pareja de toda su carga. Esto se logra mediante un piso a través del cual el aire frío puede llegar a todas las partes de un embarque debidamente estibado.

Debe dejarse un espacio libre de aproximadamente 10-15 centímetros. La línea de altura máxima está usualmente indicada en el interior del contenedor.

Figura 2. Flota de transporte refrigerado



Fuente: predio para la flota de transporte de Envíos de Consumo, S. A.

8.7.2. Unidades de refrigeración

La definición según (Whitman, C., 2000, p. 25), “La refrigeración en el transporte es el proceso mediante el cual los productos se refrigeran mientras están siendo transportados de un lugar a otro.”

Las unidades de refrigeración consisten en dispositivos que se colocan al furgón de los camiones para generar aire frío mediante un motor diésel que acciona un sistema de enfriamiento usando un condensador.

El suministro de energía para el motor diésel de la unidad de refrigeración puede proceder del mismo camión, una línea de alimentación eléctrica o un compresor eléctrico

Estos equipos de refrigeración permiten enfriar los furgones hasta - 17 °C.

Figura 3. **Furgón con unidad de refrigeración**



Fuente: predio para la flota de transporte de Envíos de Consumo, S. A.

8.8. Rutas de distribución

Al respecto, (Valdez Lerena, A., 2007, p. 8) menciona que “Con el avance tecnológico alcanzado en los últimos años, la cantidad de mercancías a transportar, el almacenamiento, la manipulación y el manejo de información en el camino entre el fabricante y el consumidor se han incrementado considerablemente. La administración eficaz y eficiente de estos procesos son, entre otros objeto de estudio de la logística empresarial. La logística es la parte de la administración de la cadena de suministro que planea, implementa y

controla, efectiva y eficientemente, el flujo directo e inverso, el almacenamiento de bienes y la información relacionada entre el punto de origen y el punto de consumo, para conocer los requerimientos del consumidor.”

Para aquellas organizaciones cuyo su objeto social es brindar servicios de transporte de mercancías, el movimiento de productos del almacén al cliente involucra nuevos desafíos cada día. La respuesta a las demandas del cliente y al mismo tiempo la necesidad de aumentar la utilidad, presenta un difícil conjunto de compromisos para los profesionales del transporte.

La presión de reducción de costos de distribución y la necesidad de minimizar los tiempos de entrega aumenta significativamente, por lo que resulta vital para las empresas la utilización de métodos que permitan la realización de una correcta selección de las rutas de distribución.

De esta situación no se encuentra ajena la empresa objeto de este estudio donde los recorridos o rutas de distribución se establecen de manera empírica, por la experiencia de los conductores de los vehículos, no estando regidos los mismos por estudios científicos.

Al respecto, (Valdez Lerena, A., 2007, p. 9) indica que “La problemática del ruteo dinámico de vehículos con ventanas de tiempo. Este problema consiste en la generación óptima de recorridos para realizar la entrega de pedidos a domicilio, teniendo en cuenta que cada pedido debe ser entregado en una determinada franja horaria y que además el conjunto de pedidos puede variar a medida que transcurre el tiempo.”

La variante estática de este problema, en la que el conjunto de pedidos a optimizar se conoce desde el principio, suele estar asociada a entregas

programadas con anticipación. En esta situación el tiempo disponible para obtener una buena solución no presenta una limitación fuerte. En cambio, si el conjunto de pedidos varía frecuentemente, se presenta una situación en la que generalmente las entregas son programadas con poca anticipación y donde no puede haber demasiada demora entre el ingreso de un pedido y su ubicación en un recorrido.

Entre los factores a considerar en la generación de recorridos se encuentra la minimización del tamaño de la flota de vehículos, acortando la distancia recorrida y los tiempos de espera entre dos entregas de un mismo recorrido; así como también el máximo aprovechamiento de la capacidad de transporte de cada vehículo. En muchas empresas este tipo de tareas es realizada por una persona que organiza la distribución de pedidos para cada recorrido

(Valdez Lerena, A., 2007, p. 9) continúa indicando que “El planteo clásico del problema de ruteo de vehículos (VRP) consiste en la generación de un conjunto de rutas asignado a una flota de vehículos; estas rutas recorren una serie de clientes donde se debe realizar la entrega de algún producto. Generalmente el objetivo del problema es realizar la entrega en los clientes minimizando el tamaño de la flota de vehículos y/o la distancia recorrida por la misma. En su planteo clásico, los vehículos parten desde un depósito central y deben volver allí al terminar su entrega.”

Este tipo de problema aparece naturalmente en la industria del transporte, distribución y logística, y su importancia radica en que el costo de transporte suele ser un porcentaje significativo en el valor asociado a un producto.

En aplicaciones de la vida real este problema aparece en distintas variantes con diversos tipos de restricciones, entre las más importantes se encuentran:

- Cada vehículo tiene una capacidad de almacenamiento finita (*Capacitated VRP - CVRP*).
- El proveedor utiliza varios depósitos para realizar la distribución (*Multiple Depot VRP - MDVRP*).
- Los clientes pueden enviar productos de vuelta al depósito. (*VRP with Pick-Up and Delivery - VRPPD*).
- Varios vehículos pueden satisfacer en forma conjunta un pedido de un cliente (*Split Delivery VRP - SDVRP*).
- Las entregas deben realizarse en ciertos días (*Periodic VRP - PVRP*).
- Cada cliente debe ser visitado dentro de una determinada ventana de tiempo. (*VRP with time windows - VRPTW*).

En relación con el problema analizado (Valdez Lerena, A., 2007, p. 10) apunta que “El objetivo del problema de ruteo de vehículos estático con capacidad limitada y ventanas de tiempo consiste en encontrar un conjunto de rutas que optimice algunos o todos los siguientes aspectos de la solución:

- Minimice la cantidad de viajes necesarios para realizar las entregas.
- Minimice el tiempo de espera entre entregas consecutivas de una ruta.
- Minimice la distancia recorrida.
- Minimice el tiempo de entrega a cada cliente.
- Maximice la capacidad utilizada en cada vehículo para una ruta dada.”

La optimización de estas variables implica una reducción significativa en los costos asociados al transporte de productos. La minimización de la cantidad

de viajes permite reducir el tamaño de la flota lo cual es importante si se tiene en cuenta el costo asociado a un vehículo y su mantenimiento. Optimizar el tiempo de espera entre entregas permite realizar mayor cantidad de entregas en un mismo lapso de tiempo y reduce el costo de entrega por producto.

La disminución de la distancia recorrida permite un ahorro en los costos de combustible y desgaste de los vehículos, además la distancia recorrida está asociada al tiempo que demora la entrega por lo que minimizar esta variable también implica una mayor cantidad de productos entregados por unidad de tiempo.

Minimizar el tiempo de entrega a los clientes no trae un beneficio inmediato en los costos, pero mejora la calidad del servicio que se está brindando. Por último maximizar la utilización de cada vehículo ayuda a disminuir la cantidad de vehículos necesarios para realizar el reparto y disminuye el costo de entrega por cada producto.

(Valdez Lerena, A., 2007, p. 10) continúa indicando que los elementos relevantes para decidir secuencias y rutas son:

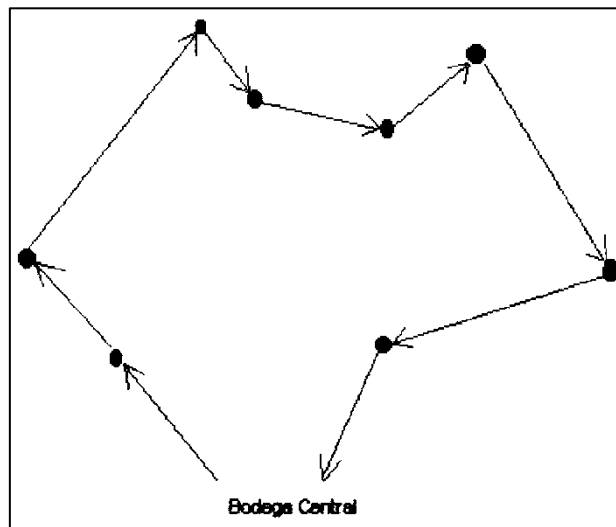
- Distribución de los clientes.
- Capacidad de los vehículos.
- Tiempos de viaje.
- Restricciones horarias.
- Restricciones de tráfico.

Todos estos involucran costos, una forma de resolver este problema puede ser:

- Asignar una red cuyos elementos son nodos conectados por arcos.
 - Nodos = clientes y bodegas
 - Arcos = calles o vías
- Existe un costo por transitar por un arco determinado.

Lo que se intenta hacer es que saliendo de un nodo determinado, visitar todos los nodos sin repetir ninguno y hacerlo por una ruta de mínimo costo (figura 4).

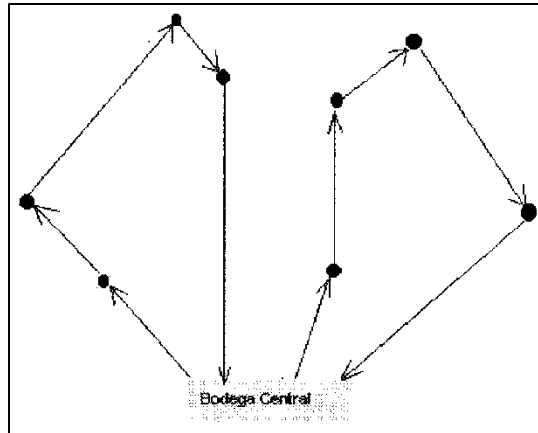
Figura 4. **Rutas de entregas y nodos a visitar**



Fuente: Valdez Lerena (2007).

Pero si el tiempo o la capacidad no alcanza para repartir todo en el día se toma a X (en este caso 2) transporte para realizar los despachos (figura 5).

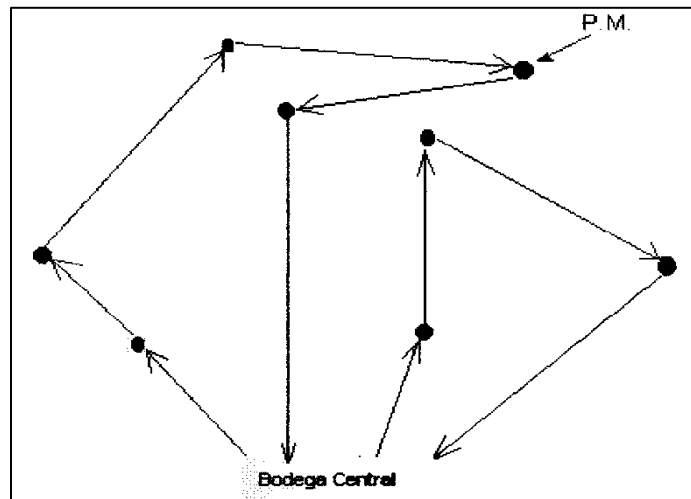
Figura 5. **Ruta de entregas y nodos a visitar usando 2 transportes**



Fuente: Valdez Lerena (2007).

Ahora también si existe el problema que un cliente no puede ser atendido por la mañana se realiza otro programa para los repartidores (figura 6).

Figura 6. **Ruta de entregas y nodos a visitar turno a.m. y p.m.**



Fuente: Valdez Lerena (2007).

Además es necesario administrar:

- Nuevas órdenes.
- Problemas con los vehículos.
- Cambios en las condiciones de tráfico.

Se necesita información de carácter estático y dinámico, algunos de estos son:

- Tiempo de viaje.
- Características de los vehículos.
- Información de la demanda.

Algunos de carácter dinámico (los que cambian día a día o durante el día)

- Embarque y clientes.
- Disponibilidad de los vehículos.
- Cambios de muy corto plazo en los requerimientos.

El sistema de ruteo debe además interactuar con:

- Los sistemas de comercialización y ventas.
- También interactúa con eventuales sistemas de mantenimiento de flota.

9. CONTENIDO DE ÍNDICE PROPUESTO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS

MARCO TEÓRICO

MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES GENERALES

- 1.1. Misión y visión
- 1.2. Cultura organizacional
- 1.3. Mercado objetivo
- 1.4. Catálogo de productos

2. LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN

- 2.1. Actividades logísticas
- 2.2. La distribución y el cliente
- 2.3. Productos alimenticios refrigerados
- 2.4. Cadena de frío y su importancia
- 2.5. Rutas de distribución
 - 2.5.1. Modelos de rutas de transporte
 - 2.5.1.1. Problema del viajero

- 2.5.1.2. Problema del viajero con ventanas de tiempo
 - 2.5.2. Criterios para trazo de rutas de distribución
 - 2.6. Flota de transporte
 - 2.7. Unidades de refrigeración
3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN
- 3.1. Rutas de distribución
 - 3.1.1. Regiones
 - 3.1.2. Horarios
 - 3.1.3. Asignación de la flota de transporte
 - 3.1.4. Tiempos de ruta
 - 3.2. Niveles de servicio y tiempos de entrega
 - 3.2.1. Área metropolitana
 - 3.2.2. Área departamental
 - 3.3. Preparación de pedidos
 - 3.4. Proceso de entrega y distribución
 - 3.5. Liquidación de rutas de distribución
 - 3.6. Costos operativos de las rutas de distribución
4. PROPUESTA DE MEJORAS A LA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE
- 4.1. Criterios para trazo de ruta de transporte
 - 4.2. Selección de modelo para trazo de rutas de transporte
 - 4.3. Preparación de pedidos
 - 4.4. Carga del producto a flota de transporte
 - 4.5. Aseguramiento de la cadena de frío
 - 4.6. Liquidación de rutas de distribución
 - 4.7. Rendimiento de la flota de transporte
 - 4.8. Rendimiento de las unidades de refrigeración

4.9. Análisis de costos y productividad

5. IMPLEMENTACIÓN

5.1. Logística de transporte

5.1.1. Roles y responsabilidades

5.1.2. Formatos de registro y hojas de bitácora para las rutas de distribución

5.1.3. Formatos para el despacho de diésel y control de rendimientos

5.2. Mantenimiento

5.2.1. Programa de mantenimiento preventivo de flota de transporte

5.2.2. Programa de mantenimiento preventivo de unidades refrigeradas

5.2.3. Formatos de inspección periódica para el mantenimiento preventivo, compra de insumos y repuestos

5.3. Divulgación de mejoras al personal

6. SEGUIMIENTO

6.1. Evaluación de la logística de transporte

6.1.1. Indicadores logísticos de transporte

6.1.2. Indicadores de distribución

6.2. Evaluación del personal

6.2.1. Evaluación del desempeño y cumplimiento de metas

6.2.2. Plan de incentivos

6.3. Minimizar riesgos para logística de transporte

6.4. Ventajas competitivas y oportunidades comerciales

7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

10. METODOLOGÍA

El proyecto de investigación emplea los conceptos y herramientas de Maestría en Gestión Industrial para el análisis y optimización de la logística de distribución y transporte, asimismo los conceptos relacionados específicamente con el manejo y logística de productos alimenticios refrigerados.

La investigación se desarrollará tomando como modelo los estudios de tipo descriptivo, ya que se especificarán las propiedades y características importantes y críticas para la logística de transporte de productos alimenticios refrigerados.

Se expondrá la problemática actual para la logística de transporte, rutas de distribución que deben optimizarse ya sean locales o departamentales, establecer factores externos que comprometan la efectividad de la logística de distribución para los productos alimenticios refrigerados de Envíos de Consumo, S. A.

Posteriormente, se analizarán los procedimientos operativos actuales para identificar los elementos y dimensiones que determinan un flujo óptimo de la logística de transporte, diseño de rutas y la distribución de los productos. También se establecerán qué variables o parámetros determinan si la capacidad instalada de distribución soporta nuevos clientes y cobertura.

Será necesario observar los procesos y diseñar mecanismos de control y medición tales como: cuadros de verificación y registro, indicadores de desempeño de las rutas de distribución y uso de la flota de transporte.

También se identificará y describirá el impacto del entorno en el desempeño y logística de transporte y distribución de los productos alimenticios refrigerados. Se analizará el espacio de tiempo de seis meses y se harán varias observaciones y mediciones mediante los instrumentos de recolección de datos, de forma que se conozca la efectividad de las soluciones propuestas.

10.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será del tipo no experimental, pues se observarán y analizarán los procesos operativos y logística de transporte tal y como ocurren normalmente, sin intervenir en su desarrollo. El fenómeno de estudio es real, observable, sus características son medibles.

El diseño de investigación tendrá la característica de un estudio prospectivo pues se inicia con la observación de ciertas causas presumibles y se va avanzando en el tiempo de investigación a fin de observar las consecuencias y efectos.

10.2. Conceptualización de variables

VARIABLES dependientes: entrega y distribución de los productos refrigerados hacia los clientes. Los indicadores son los siguientes:

- Cumplimiento de los tiempos de entrega de pedidos.
- Oportunidades de mejora encontradas y reducción de costos en la logística de transporte y distribución.
- Costos de la logística de transporte y distribución para cada ruta.

VARIABLES INDEPENDIENTES: rutas de distribución diseñadas eficientemente, Indicadores de desempeño para retroalimentar la gestión, mantenimiento de la flota. Los indicadores son:

- Rendimiento del combustible de la flota de transporte.
- Plan de mantenimiento a la flota de transporte.
- Kilometrajes recorridos por ruta de distribución.

VARIABLES INTERVINIENTES: tiempos de entrega y horarios, antigüedad de la flota de transporte y equipo. Temporadas altas. Vías de comunicación. Los indicadores son :

- Índice de entregas a tiempo en la ruta.
- Registro de los incidentes reportados por clientes.

11. PLAN DE MUESTREO

La aplicación de del plan de muestreo para el diseño de investigación permitirá:

- Evaluar procesos operativos actuales
 - Mediante la observación, establecer e identificar los procedimientos, flujos operativos actuales y los procesos que deben ser optimizados.
 - La encuesta para clientes finales tendrá como objetivo recolectar información sobre la opinión respecto a tiempos de entrega, servicio y toma de pedidos.
- Identificar factores en el diseño de rutas de distribución
 - Con el acompañamiento presencial en las rutas de distribución previamente establecidas y las encuestas a clientes, identificar los factores que afectan directamente el diseño de rutas de distribución óptimas y los que condicionan los tiempos de entrega.
- Modelos de rutas de distribución
 - Luego con la entrevista y trabajo en conjunto con el personal que diseña las rutas de distribución establecer cuál es el modelo de diseño de rutas óptimo y relacionar los riesgos y factores del

entorno que afectan el desempeño y logística de transporte y distribución.

- Indicadores logísticos
 - La hoja de bitácora de ruta permitirá recolectar datos específicos del recorrido de la ruta, tiempos de entrega, distancias, para generar información a utilizar en el cálculo de indicadores de desempeño.

- Contingencias
 - La encuesta a clientes permitirá categorizar los diversos tipos de problemas en la distribución, no solamente los causados por tiempo de entrega y a partir de ello establecer medidas de contingencia que den continuidad a la logística de distribución.

11.1. Metodología de la recolección de datos

- Fase 1: procesos de distribución actuales
 - Consultar la documentación existente de los procesos operativos actuales para la distribución y entrega de los pedidos.
 - Entrevistas y consultas con personal de servicio al cliente, jefe de bodega para mapear el proceso de toma de pedidos, preparación y disposición para las rutas de transporte.
 - Entrevistas y consultas con el jefe de transporte para mapear el proceso de asignación de flota, ruta de distribución y entrega del pedido.

- A partir del mapeo de procesos actuales, identificar las tareas críticas.
- Diseño de encuesta a clientes.
- Fase 2: factores del diseño de rutas distribución
 - Diseño de entrevista al analista de rutas de distribución, el objetivo es identificar y enumerar los factores que afectan de forma positiva o negativa el diseño de ruta de distribución y la asignación de pedidos.
 - Viajar en rutas de distribución reales y registrar hechos importantes que afecten el modelo previsto para la ruta de distribución y los tiempos de entrega.
 - Comparar la información de la entrevista con las referencias bibliográficas e identificar algún modelo o método específico para optimizar el diseño de rutas de distribución.
 - Diseñar una matriz de registro de los tiempos de entrega establecidos por ruta, tiempos de entrega reales y causas de retrasos.
- Fase 3: modelo para rutas de distribución
 - Identificar las ventajas y desventajas que presentan los modelos teóricos de rutas de distribución.
 - Participar en rutas de distribución reales, tanto en la ciudad capital como en las que viajan a los departamentos para conocer el proceso de distribución y ruta de transporte.

- Reuniones con el jefe de transportes y analista de rutas de distribución para determinar el modelo de diseño que cumple con los tiempos de entrega y expectativas de negocio.
- Desarrollar la propuesta de implementación del modelo de ruta de distribución seleccionado y los cambios en los procesos logísticos.
- Fase 4: indicadores
 - Establecer los indicadores logísticos de distribución y transporte para medir el desempeño en relación a tiempos de entrega y productividad.
 - Diseño de los cuadros de registro y control para generar información a ser evaluada según los indicadores logísticos.
 - Definir la periodicidad del monitoreo de los indicadores logísticos, roles y responsabilidades de seguimiento y mejoras.
- Fase 5: impacto del entorno
 - Viajar en las rutas de distribución y registrar eventos que están fuera del alcance de la misma operación y que afectan el desempeño tales como tráfico, clima, accidentes, dificultades de acceso o características especiales del lugar de entrega.
 - Con la información registrada, generar una matriz que indique el factor del entorno y relacionar el impacto al transporte y distribución.

- Fase 6: contingencias
 - Realizar un análisis de riesgos en los procesos operativos actuales, identificando áreas de mejora y actividades críticas.
 - Realizar un análisis de riesgos del equipo de distribución: flota de transporte, unidades de refrigeración.
 - Realizar un análisis de causa raíz a partir de los riesgos identificados, generando un mapa de probabilidad/impacto, desarrollando procedimientos de alternativas a seguir y garantizar la continuidad de las líneas de negocio: distribución, rutas de transporte y servicio al cliente.

12. ELEMENTOS DEL PLAN DE MUESTREO

12.1. Población objetivo

Se refiere a los elementos, clientes de la empresa en este caso, que tienen la información que se requiere investigar. Actualmente la empresa Envíos de Consumo S. A., cuenta con una cartera de clientes conformada por 1 250 clientes ubicados tanto en el área metropolitana como interior del país exceptuando la región Petenera y Las Verapaces. Lo integran cadenas de restaurantes de comida rápida, *food courts*, hotelería, restaurantes *gourmet*, cafeterías.

Del total de clientes, se seleccionará como población objetivo los clientes que hayan tenido más de 2 pedidos en los últimos 6 meses.

12.2. Técnicas de muestreo

Para la selección de la muestra se utilizará un muestreo probabilístico. Esto se debe a que en este tipo de muestreo cada elemento de la población objetivo tiene la misma probabilidad de participar en el estudio. Esto favorece el análisis estadístico porque permite calcular el margen de error y el intervalo de confianza, y representa con mayor precisión a la población, por lo que se considera una muestra heterogénea

La técnica de muestreo probabilístico además utiliza una variante que es la de muestreo aleatorio simple. Este tipo de muestreo cada elemento de la población recibe un número que lo identifica exclusivamente de los demás

elementos. Este número le otorga la misma probabilidad de ser elegido para participar que a los demás. Por ejemplo, todos los clientes de una empresa y se seleccionan algunos para una prueba de producto.

12.3. Tamaño de la muestra

Dado que se utilizará un muestreo aleatorio simple y que se conoce la cantidad de población objetivo, en este caso los clientes que son alrededor de 1 250, pero tomando una proporción de ellos solamente aquellos que hayan tenido más de 2 pedidos en los últimos 6 meses. Para calcular esta proporción, mediante una revisión y consulta en el sistema de ventas se determinó que la proporción puede estar en 70 %.

El error muestral siempre se comete ya que existe una pérdida de la representatividad al momento se escoger los elementos de la muestra. Sin embargo, la naturaleza de la investigación nos indicará hasta qué grado se puede aceptar.

El nivel de confianza, por su parte, es la probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad; es decir, que caiga dentro de un intervalo determinado basado en el estimador y que capte el valor verdadero del parámetro a medir. Se utiliza para ello la fórmula siguiente:

$$n = \frac{N z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{(N-1)e^2 + z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

Dónde:

$z_{\alpha/2}$: z correspondiente al nivel de confianza elegido

P: proporción de una categoría de la variable

e: error máximo

N: tamaño de la población

Para el caso de estudio se tiene que P es 70 %, N es 1 250, se tomará un error máximo de 0,05, un nivel de confianza del 95 %. En las tablas de la curva normal se tiene que el valor de $z_{\alpha/2}$ para un nivel de confianza de 95 % es el valor 1,96.

De manera que se tendría la siguiente cantidad de clientes prospecto a encuestar:

$$n = \frac{1250 * 1.96^2 * 0.70(1-0.70)}{(1250-1) * 0.05^2 + (1.96^2 * 0.70(1-0.70))} = 257 \text{ personas}$$

12.4. Instrumentos de la recolección de datos

Se desarrollarán los siguientes instrumentos de recolección de datos apropiados para generar información y resultados que permitan alcanzar los objetivos específicos de la investigación.

- Encuesta a clientes

Se desarrollará una encuesta para el cliente final, el objetivo es conocer la opinión sobre los tiempos de respuesta y la percepción de servicio que existe para la empresa que les está entregando sus productos alimenticios

refrigerados. Algunas de estas encuestas se pueden desarrollar mientras se hace la ruta de entrega, otras serán conducidas por vía telefónica contactando a clientes seleccionados, tomando en cuenta a quienes hacen pedidos recurrentes y a los que lo hacen eventualmente. Son preguntas abiertas pues nos interesa construir un catálogo de opiniones y no sesgar hacia valores específicos.

Esto es siguiendo el plan de muestreo anterior.

Las preguntas serían las siguientes:

- ¿Desde hace cuánto tiempo utiliza los servicios de Envíos de Consumo S. A., como proveedor de alimentos refrigerados?
- ¿Sus pedidos son recibidos en la cantidad, lugar y tiempo solicitados?
- ¿Qué problemas puede mencionarnos que han ocurrido con sus pedidos en los últimos 6 meses?
- ¿Cuándo ha solicitado pedidos fuera de rutina o emergencia, se le han ofrecido alternativas y soluciones?
- ¿Ha tenido oportunidad de ser contactado por el personal de servicio posventa?
- ¿Cómo ha sido la atención del personal que le atiende telefónicamente para solicitar y darle seguimiento a su pedido?
- ¿Cómo ha sido la atención del personal de transporte?
- Apreciamos que nos indique qué le gustaría que se mejore en nuestro servicio.

- Entrevista a analista de diseño rutas de entrega

Se desarrollará una entrevista con la persona que realiza los diseños de las rutas de entrega, el objetivo es identificar los factores que facilitan o por el contrario dificultan el diseño diario de las rutas de entrega, cuáles pueden ser optimizados, cuáles están fuera del alcance de un diseño, algún modelo o método especial que se siga.

Las preguntas serían las siguientes:

- ¿Cuál es el problema principal cuando está diseñando las rutas de entrega cada día y por qué?
- ¿Qué otros factores dificultan el diseño de rutas de entrega?
- ¿Utiliza algún modelo o guía especial para el diseño óptimo de la ruta?
- ¿Qué características puede mencionar que debe cumplir una ruta óptima?
- ¿Cómo se atienden los casos de clientes que solicitan pedidos fuera de horario?
- ¿Qué estrategia se utiliza cuando el personal de entrega está incompleto para cubrir las entregas de la ruta?
- ¿Qué medidas se han tomado cuando existe un problema con la flota de transporte y ésta es insuficiente para cubrir las rutas?
- ¿Cómo se gestionan los riesgos?
- ¿Cómo se manejan las prioridades con los clientes que tienen horarios específicos para recibir sus productos?
- ¿Qué mejoras se pueden hacer al diseño de rutas actual?

13. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Una vez concluidas las etapas de colección y procesamiento de datos se realiza el análisis estadístico pertinente.

El análisis se desarrollará según estadística descriptiva que permite organizar y presentar un conjunto de datos de manera que describan en forma precisa las variables analizadas haciendo rápida su lectura e interpretación.

Inicialmente será necesario leer cada una de las encuestas y textos de las entrevistas para generar un catálogo de respuestas a cada una de las preguntas de manera que se pueda construir un cuadro de resultados para el análisis de estadística descriptiva.

Se utilizarán las medidas de tendencia central pues indican valores con respecto a los datos que pueden agruparse. Se mostrarán los resultados en distribución de frecuencias. Lo anterior facilita la realización de un mejor análisis e interpretación de las características que describen y que no son evidentes en el conjunto de datos brutos o sin procesar.

Luego a partir de la distribución de frecuencias se procederá a presentar los datos por medio de gráficas. La información puede describirse por medio de gráficos a fin de facilitar la lectura e interpretación de las variables medidas.

Los resultados generados por las encuestas y analizados mediante la frecuencia y gráficos permitirán establecer factores que afectan de manera importante la logística de transporte y distribución de productos alimenticios

refrigerados, eficiencia de los trazados actuales de ruta, los tiempos de entrega, rendimiento de la flota, generación de valor agregado al cliente

Además se podrán diseñar los procedimientos correctivos con miras hacia la optimización de la logística de transporte, mejoramiento del servicio al cliente.

14. FACTIBILIDAD Y RECURSOS DEL ESTUDIO

El estudio a realizar representa una herramienta importante para que la empresa optimice sus operaciones y sea un proyecto a implementar en el corto plazo.

Para realizar las actividades del proyecto es necesario contar con los siguientes recursos:

- Recursos humanos
 - Apoyo de los coordinadores y supervisores para la participación de los colaboradores a su cargo en las capacitaciones propuestas.
 - Entrevistas y reuniones con la Gerencia de Operaciones, Logística y Transportes para la descripción de las operaciones, autorizar y validar la optimización de los procesos operativos de entrega y distribución.
 - Consultoría del profesional asesor de tesis.

- Recursos técnicos
 - Diagramas de análisis de operaciones para establecer mejoras a los procesos.
 - Normas para el aseguramiento de la cadena de frío para los productos refrigerados.
 - Investigaciones sobre modelos de optimización de rutas de transporte con tiempos de entrega.

- Inspecciones a la flota de transporte, hojas de registro.
 - Computadora para la redacción de informes, hojas de registro.
 - Equipo audiovisual para presentación de informes y divulgación al personal de los registros y mejoras en los procesos.
 - Acceso a Internet para consulta de referencias bibliográficas, GPS, monitoreo de la flota de transporte.
 - Papelería y útiles de oficina.
 - Casco, chaleco reflectivo para las visitas e inspecciones a las instalaciones.
 - Mapas de la red vial hacia las regiones de Occidente y Oriente del país, tablas de kilometraje.
 - Tablas de información sobre las capacidades y horas de servicio de las unidades refrigeradas.
 - Información georeferenciada vía GPS en unidades de la flota de transporte.
- Recursos financieros
 - Acceso a la información de presupuesto anual del Departamento de Transporte para comparar la reducción de costos obtenida en la implementación del proyecto.
 - Viáticos otorgados para cubrir gastos de alimentación y hospedaje al visitar las rutas de distribución.
 - Gastos en reproducción de encuestas
 - Gasto telefónico en entrevistas por esa vía.

Tabla V. Presupuesto para el diseño de investigación

PRESUPUESTO REALIZACIÓN DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
Recursos técnicos	
Descripción	Costo (Q)
Papelería y útiles de oficina	400,00
Reproducción hojas de registros, formatos, inspecciones	350,00
Reproducción de encuestas	350,00
Casco, chaleco <u>reflectivo</u> para las visitas e inspecciones a las instalaciones	250,00
Botas de uso industrial para uso en rutas de distribución y visitas a bodega	500,00
Mapas de red vial ciudad capital, región oriente y occidente, tablas de kilometraje	100,00
Tablas de información sobre las capacidades y horas de servicio de las unidades refrigeradas	100,00
Material capacitaciones	400,00
Recursos financieros	
Descripción	Costo (Q)
Viáticos participación en rutas de distribución capital, 4 rutas	300,00
Viáticos participación en rutas de distribución occidente, 3 rutas	600,00
Viáticos participación en rutas de distribución oriente, 3 rutas	600,00
Entrevistas con clientes vía telefónica	500,00
Totales	4 450,00

Fuente: elaboración propia.

El total de la inversión es relativamente bajo comparado con los beneficios que implicará para la organización a corto, mediano y largo plazo, ya que la implementación de las propuestas de mejora reducirá costos de distribución y transporte, generando otros beneficios intangibles orientados a incrementar la productividad y competitividad en la línea de negocio de distribución de productos alimenticios refrigerados.

15. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



Fuente: elaboración propia.

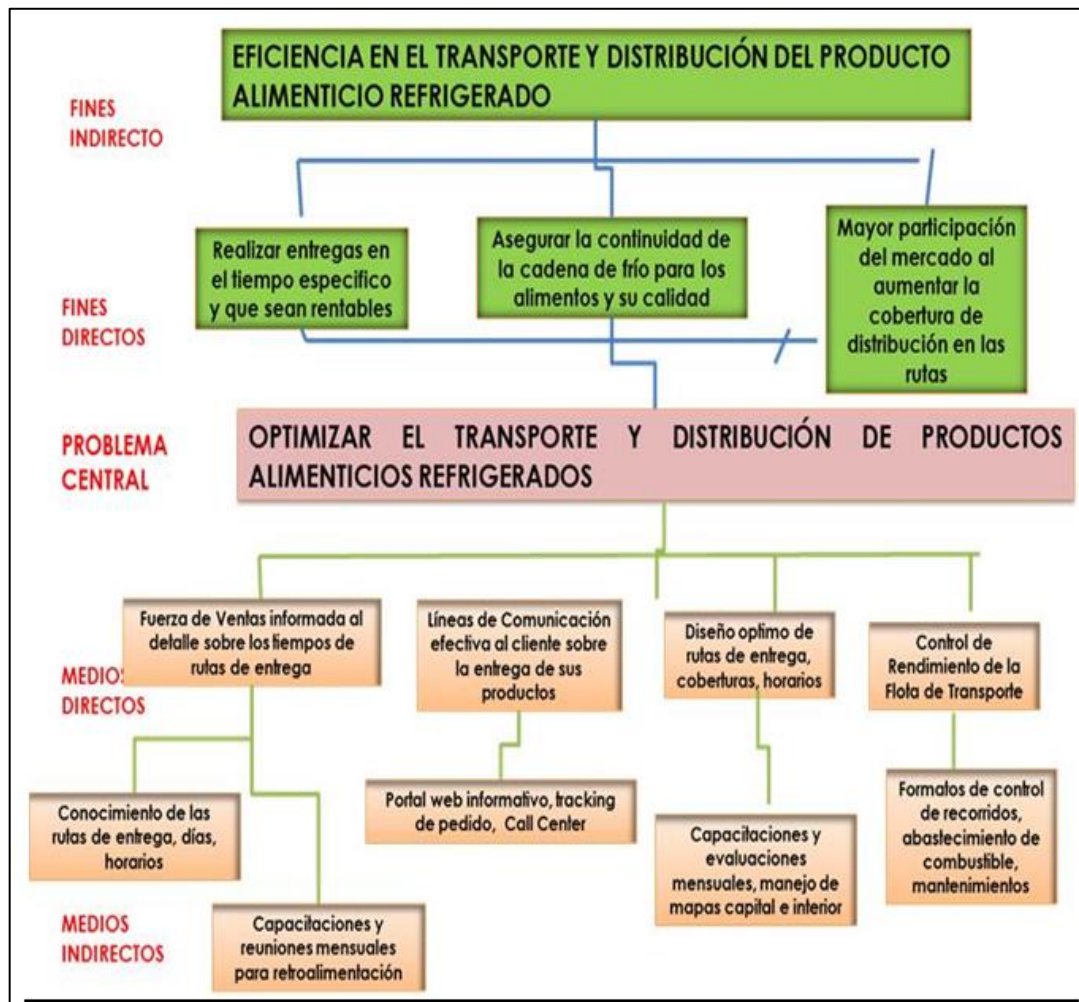
16. BIBLIOGRAFÍA

1. Anaya Tejero, J.J (2009) *El transporte de mercancías: Enfoque logístico de la distribución*. Madrid, España: Esic Editorial.
2. Ballou, R. (2004) *Logística: Administración de la cadena de Suministro*. Estados Unidos: Editorial Pearson Educativa.
3. Barrientos Girón, M.J. (2004) “*Reestructuración de rutas en un sistema de Distribución de Bebidas Gaseosas*”. Tesis Ingeniería Industrial, USAC Guatemala.
4. Castellanos Ramírez, A. (2009) *Manual de gestión logística y del transporte y distribución de mercancías*. Barranquilla, Colombia: Editorial Universidad del Norte.
5. Christopher, M. (2007). *Logística: Aspectos Estratégicos*. México D.F., México: Grupo Editorial Limusa.
6. Del Aguila, C.A. (2009) *Diseño de un plan logístico de distribución para una empresa de productos hidráulicos industriales* Tesis de licenciatura Ingeniería Industrial. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
7. Flores, J. F (2004) *Medición de la efectividad de la cadena de suministro* México D.F, México: Panorama Editorial, S.A de C.V.

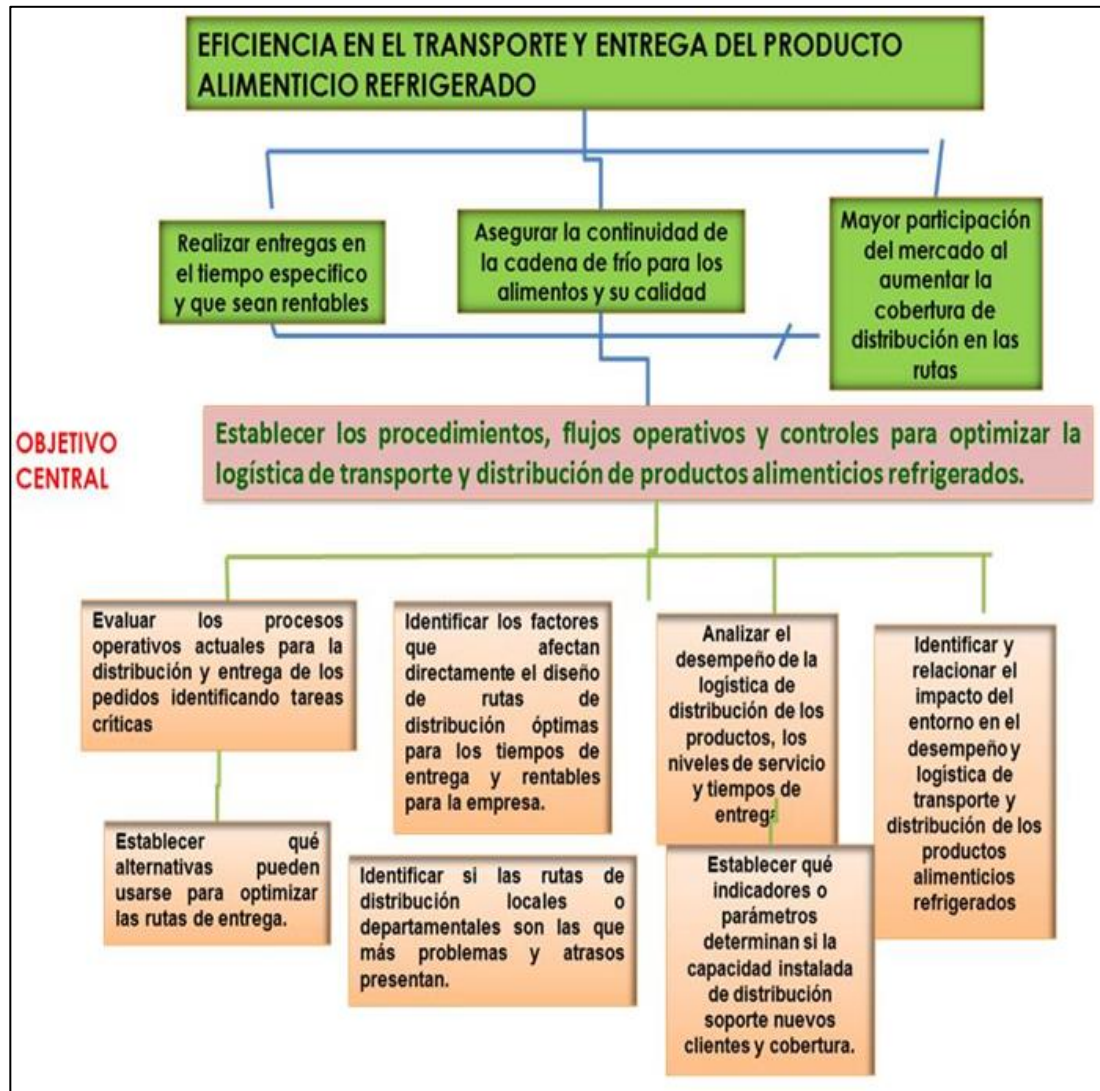
8. Folgar, J.A. (2010). *“Implementación de un sistema de indicadores de servicio al cliente para medir la efectividad de la cadena de suministro en la industria de néctares”*. Tesis Ingeniería Industrial. USAC, Guatemala.
9. Francesc, R. (2005). *Logística del Transporte*. Barcelona, España: Editorial Universidad de Catalunya.
10. León Villanúa, F (1990) *Alimentos Congelados: Procesado y Distribución*. México D.F, México: Acribia Editorial.
11. Pau i Cos, J., Navascués y Gasca, R (2009) *Manual de Logística Integral*. Madrid, España: Ediciones D.
12. Restrepo, J, & Medina, P. (2008) *Un problema logístico de programación de vehículos con ventana de tiempo*. *Scientia et Technica*, XIV (39) 229-231.
13. Sánchez Gómez, M.G. (2008) *Cuantificación y Generación de Valor en la cadena de suministro*. Madrid, España: Del Blanco Editores.
14. Sojo, Ricardo. (2006) *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Grupo Editorial Norma, Colombia.
15. Tercero, O. M (2005) *Modelo para calcular la rentabilidad de rutas por canales de distribución de una empresa que comercializa productos de consumo masivo*.____Tesis de licenciatura Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

17. ANEXOS

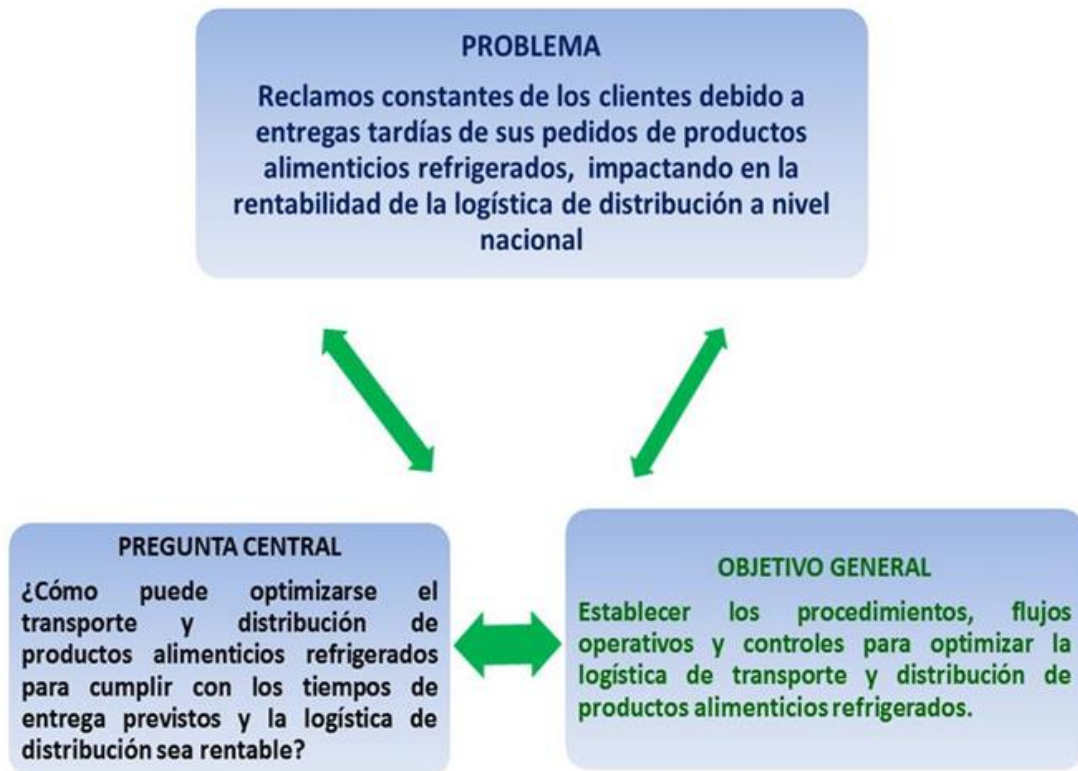
Anexo 1: árbol de problemas



Anexo 2: árbol de objetivos



Anexo 3: pregunta central



Anexo 4: preguntas auxiliares

Preguntas auxiliares	Objetivos específicos
¿Qué mejoras pueden aplicarse a los procedimientos y flujo actuales de la cadena de suministro?	Evaluar los procesos operativos actuales para la distribución y entrega de los pedidos identificando tareas críticas
¿Cuáles son los criterios que deben tomarse en cuenta para un diseño óptimo de rutas de entrega de los productos alimenticios refrigerados?	Identificar los factores que afectan directamente el diseño de rutas de distribución óptima para los tiempos de entrega y rentable para la empresa.
¿Qué controles pueden cuantificar y monitorear el desempeño de la distribución de los productos alimenticios refrigerados?	Analizar el desempeño de la logística de distribución de los productos, los niveles de servicio y tiempos de entrega
¿Cuáles son los factores del entorno del negocio que afectan la logística de transporte?	Identificar y relacionar el impacto del entorno en el desempeño y logística de transporte y distribución de los productos alimenticios refrigerados

Anexo 5: preguntas auxiliares

Preguntas auxiliares	Objetivos específicos
¿Cuáles son las rutas de distribución que más conflicto presentan?	Identificar si las rutas de distribución local o departamental son las que más problemas y atrasos presentan.
¿Qué medidas de contingencia existen para garantizar la entrega en tiempo de los productos refrigerados?	Establecer qué alternativas pueden usarse para optimizar las rutas de entrega.
¿Cómo se podría calcular si la capacidad instalada respondería a necesidades de clientes nuevos?	Establecer qué indicadores o parámetros determina si la capacidad instalada de distribución soporte nuevos clientes y cobertura.
¿Cuáles son los factores del entorno del negocio que afectan la logística de transporte?	Identificar y relacionar el impacto del entorno en el desempeño y logística de transporte y distribución de los productos alimenticios refrigerados

