



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL QUE PERMITA EL MANTENIMIENTO DE LA CADENA DE FRÍO EN *CROSS DOCK* DEPARTAMENTALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

**Juan Pablo Coronado Menéndez**

Asesorado por Msc. Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista

Guatemala, junio de 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL QUE PERMITA EL MANTENIMIENTO DE LA CADENA DE FRÍO EN CROSS DOCK DEPARTAMENTALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JUAN PABLO CORONADO MENÉNDEZ**

ASESORADO POR LA MSC. INGA. SINDY MASSIEL GODÍNEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Renaldo Girón Alvarado
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras
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 UNA PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL QUE PERMITA EL MANTENIMIENTO DE LA CADENA DE FRÍO EN *CROSS DOCK* DEPARTAMENTALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha octubre de 2022.

**Juan Pablo Coronado Menéndez**



**EEPFI-PP-0341-2023**

Guatemala, 13 de abril de 2023

**Director**

**César Ernesto Urquizú Rodas**  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

**Estimado Ing. Urquizú**

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

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL QUE PERMITA EL MANTENIMIENTO DE LA CADENA DE FRÍO EN CROSS DOCK DEPARTAMENTALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Gestión de la cadena de suministros**, presentado por el estudiante **Juan Pablo Coronado Menendez** con cui **1856545330101**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestión Industrial.

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

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Sindy Massiel Godínez Bautista  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 9221

Mtra. Sindy Massiel Godínez Bautista  
Asesor(a)



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



Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería







EEP-EIMI-0340-2023

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL QUE PERMITA EL MANTENIMIENTO DE LA CADENA DE FRÍO EN CROSS DOCK DEPARTAMENTALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Coronado Menendez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

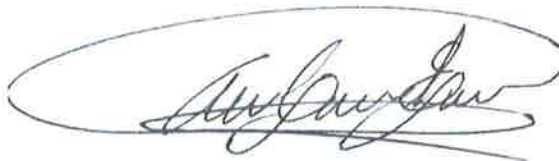


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2023

La Decana 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 Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL QUE PERMITA EL MANTENIMIENTO DE LA CADENA DE FRÍO EN CROSS DOCK DEPARTAMENTALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**, presentado por: **Juan Pablo Coronado Menendez** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Firmado digitalmente por AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA Fecha: 14/06/2023 09:39:56 p.m. Razón: Orden de impresión Ubicación: Facultad de Ingeniería, USAC.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, junio de 2023

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

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 19 CUI: 1856545330101

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

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
<b>Mis padres</b>	Por ser un ejemplo de esfuerzo y apoyarme en todo sentido para lograr cerrar este ciclo.
<b>Mi esposa</b>	Por ser un apoyo incondicional en todo momento.
<b>Mis hijos</b>	Por ser mi principal fuente de motivación para poder concluir esta asignación pendiente.



## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido elaborar este trabajo de graduación.
<b>Mi asesora</b>	Msc. Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista, por haber aceptado guiarme durante el trabajo de graduación.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
3.1. Descripción del problema .....	7
3.2. Formulación del problema .....	8
3.2.1. Pregunta central .....	9
3.2.2. Preguntas de investigación.....	9
3.3. Delimitación del problema .....	9
3.3.1. Límite temporal.....	10
3.3.2. Límite geográfico .....	10
3.3.3. Límite espacial.....	10
3.4. Consecuencias de la investigación.....	10
3.4.1. De realizarse.....	10
3.4.2. De no realizarse.....	11
4. JUSTIFICACIÓN .....	13
5. OBJETIVOS .....	15

5.1.	General .....	15
5.2.	Específicos.....	15
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	17
7.	MARCO TEÓRICO .....	19
7.1.	Industria de productos cárnicos .....	19
7.1.1.	Giro de negocio .....	19
7.1.2.	Áreas de trabajo .....	20
7.1.3.	Descripción del proceso de abasto y logístico.....	20
7.1.3.1.	Proceso de abasto .....	21
7.1.3.2.	Proceso logístico .....	21
7.2.	Cadena de frío en la cadena de suministro .....	23
7.2.1.	Normativas aplicables al área de logística .....	23
7.2.2.	Infraestructura logística .....	24
7.2.2.1.	Almacenes.....	24
7.2.2.2.	Transporte.....	25
7.2.3.	Problemas de calidad por pérdida de la cadena de frío.....	26
7.3.	Metodología para el mantenimiento de la cadena de frío.....	27
7.3.1.	Infraestructura .....	28
7.3.2.	Proceso .....	28
7.3.3.	Capacitación.....	29
7.3.4.	Controles .....	29
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	31
9.	METODOLOGÍA .....	33
9.1.	Enfoque.....	33



9.2.	Diseño .....	33
9.3.	Tipo .....	34
9.4.	Alcance.....	34
9.5.	Variables e indicadores .....	34
9.5.1.	Variables cuantitativas.....	35
9.5.2.	Variables cualitativas .....	35
9.6.	Matriz de consistencia .....	36
9.7.	Fases de la investigación .....	37
9.8.	Población y muestra .....	39
9.9.	Técnicas y metodología.....	40
9.10.	Resultados esperados .....	41
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	43
11.	CRONOGRAMA.....	45
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	47
13.	REFERENCIAS.....	49
14.	APÉNDICES.....	53



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Fases de la investigación .....	18
2.	Cámara fría.....	25
3.	Transporte refrigerado .....	26
4.	Cronograma de actividades.....	45

### TABLAS

I.	Matriz de consistencia .....	36
II.	Cálculo de muestra .....	39
III.	Recursos necesarios para la investigación .....	47



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\sigma$	Desviación estándar de la población
e	Error de la muestra
°C	Grados centígrados
%	Porcentaje
Q	Quetzal
n	Tamaño de la muestra
N	Tamaño de la población
Z	Tipificación del nivel de confianza de la distribución normal



## GLOSARIO

<b><i>Cross dock</i></b>	El <i>cross dock</i> (cruce de andén) es un método logístico que optimiza la cadena de suministro, al eliminar o reducir considerablemente el tiempo de almacenamiento, debido a que la mercancía no es almacenada después de haber sido descargada, sino preparada y enviada casi directamente a los clientes.
<b><i>Food service</i></b>	El <i>food service</i> es un tipo de mercado que involucra a toda una red de distribución y producción de alimentos, equipos y servicios que ofrece a negocios, como los restaurantes y hoteles, productos ya elaborados o casi listos para ofrecer al consumidor final.
<b><i>Hub</i></b>	Un <i>hub</i> logístico es un área logística en la que pueden llevarse a cabo todo tipo de actividades relacionadas con el transporte, la clasificación de las mercancías, así como su expedición y distribución para su posterior transporte hacia cualquier destino nacional o internacional.
<b><i>Logger</i></b>	Dispositivo electrónico que monitorea y registra datos en tiempo real de temperatura.

**Nodo**

En logística, los nodos representan un eslabón muy importante dentro de la cadena logística, permiten disminuir los costos logísticos y mejoran la conectividad del transporte, fomentan el desarrollo de las economías regionales y aumentan la competitividad en el comercio exterior nacional.

**Site**

Ubicación o espacio.



## RESUMEN

La cadena de frío y su mantenimiento a lo largo de la cadena de suministro es importante para la industria de productos cárnicos. Esto permite mantener las especificaciones de los productos desde que son llevados a los almacenes, por parte de las plantas de procesamiento, hasta que los mismos son entregados a los clientes por medio del proceso de distribución utilizado.

Por lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de realizar el presente trabajo de investigación en una empresa de comercialización y distribución de productos cárnicos en el territorio guatemalteco, de donde se extraerá la información y se observará el proceso que manejan en ubicaciones logísticas departamentales, con la finalidad de determinar las brechas u oportunidades que impidan el mantenimiento de la cadena de frío en el proceso. Esto permitirá establecer las mejoras que conlleven al manejo adecuado de la operación, a través de la propuesta de planes.

El presente trabajo de investigación es de tipo no experimental, porque se utilizará la experiencia del manejo de la cadena de frío de la empresa, para poner en práctica procesos funcionales ya establecidos. A la vez, es una investigación de tipo transversal, ya que se analizará el proceso con el propósito de mejorarlo para que sea funcional. Por último, se analizarán variables cuantitativas y cualitativas que contribuirán a determinar las oportunidades de mejora.



# 1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación de sistematización tiene como objetivo proponer un diseño innovador, para el manejo de la cadena de frío en ubicaciones tipo *cross dock* del área departamental de la república de Guatemala, en la industria de productos cárnicos. Dicho estudio se sitúa dentro de la línea de investigación de gestión de la cadena de suministros, en el área de sistemas integrados de gestión.

Durante el proceso de distribución de productos cárnicos existe pérdida de la cadena de frío. A través de análisis de información existente, como mediciones, controles, procesos escritos, información proporcionada por los colaboradores y observación en el sitio, se pretende determinar los puntos débiles y oportunidades de mejora en el proceso, que permitan obtener la información necesaria para plantear mejoras en la operación existente.

Encontrar una solución para la problemática de la pérdida de la cadena de frío en uno de los eslabones de la cadena de suministro, es de vital importancia tanto para la compañía, como para los colaboradores y clientes. Esto es importante porque al no cumplir con los requerimientos del producto se impactan indicadores como el nivel de servicio al cliente, cantidad de desecho que se genera y el bienestar laboral operativo, ya que los reprocesos incrementan las jornadas laborales de los colaboradores.

Los resultados esperados y el aporte o valor agregado a la operación proporcionarán un impacto y beneficio positivo, tanto cuantitativo como cualitativamente al negocio, ya que se prevé una reducción en los costos

operativos, un incremento en las ventas brutas del negocio y una mejor aceptación de los productos por parte de los clientes y consumidores de los diferentes canales en los que se atiende.

Lo que se pretende plantear en el esquema de solución está fundamentado en los siguientes pilares: revisión documental de todos los procedimientos escritos con los que se cuenten y reportería, entre otros. Diagnóstico del proceso que se hará principalmente con base en observación y entrevistas a los colaboradores. También se hará el diseño detallado de modelo de trabajo, que incluye diseño de infraestructura adecuada, elaboración del nuevo proceso a implementar, establecimiento de nueva estructura de personal y temas relacionados con capacitación.

El alcance de esta investigación incluye un marco teórico que permite enriquecer con conocimiento respecto del tema en estudio, la fase de recolección de datos, así como la presentación y discusión de los resultados. Por último, contiene un capítulo en el cual se analizarán los costos de la propuesta y análisis financiero, que permitirá la determinación de su viabilidad.

## 2. ANTECEDENTES

Las citas que a continuación se mencionan permiten relacionar investigaciones que se han hecho con anterioridad por otros autores con el trabajo de estudio a efectuar. A la vez, sirven de argumento para demostrar que la presente investigación tiene relevancia en el lugar donde se pretende aplicar, así como exponer de cierta manera los beneficios que se esperan, gracias a los resultados obtenidos en estudios anteriores.

El funcionamiento de los equipos de enfriamiento es uno de los temas que se tratarán en el presente trabajo de investigación, porque la estructura que se planteará para el mantenimiento de la cadena de frío en las ubicaciones logísticas tipo *cross dock*, deberá contar con un equipo que permita mantener la temperatura controlada preestablecida.

Existe variedad de equipos y marcas que pueden ser utilizados para mantener la temperatura controlada. Quiroa (2022) presenta un sistema o equipo, principalmente utilizado para la instalación en transporte pesado; dicho equipo es una unidad de refrigeración marca Thermo King, que por medio de combustible puede ponerse en marcha y mantener la temperatura previamente seteada.

El aporte para esta investigación es que da una idea sobre el equipo que puede ser propuesto, en el plan que se presentará para la solución de la problemática que se pretende atacar. Aunque existen otros sistemas y equipos, debe analizarse cuál es la mejor opción sin descuidar el costo beneficio de estos.

Existen diversos estudios de investigación que destacan la importancia del uso de nodos logísticos tipo *cross dock*, con el objetivo de reducir costos de operación.

Lo importante es determinar cuál es el diseño ideal de un *cross dock* para cada tipo de industria o negocio o para la necesidad que exista. Castellanos (2021) expone en su estudio las características de un *cross dock* para la industria cárnica, que incluye desde infraestructura (la cual la detalla), hasta equipo, personal operativo necesario e incluso propone tecnología que permitirá agilizar operaciones en el centro.

El aporte para esta investigación, es que en este tipo de modelo de distribución es que se desea trabajar en la presente investigación y para ello es importante tener claro los recursos necesarios para su correcto funcionamiento y así poder tener el criterio y conocimiento adecuado para poder hacer la propuesta idónea.

La manera en que se medirán o llevarán controles para garantizar el éxito de lo que se planteará es sumamente importante. Barrios (2020) en el estudio que realizó habla de la medición de temperatura en cámara de almacenaje ya sea temporal o fijo, con el objetivo de determinar a través de análisis numérico la estabilidad o inestabilidad de la temperatura deseada.

El aporte para esta investigación es que parte de lo que se propondrá en el diseño del plan integral para el mantenimiento de la cadena de frío en los *sites* logísticos tipo *cross dock*, contempla la propuesta de una estructura que debe permitir mantener una temperatura controlada, dicha temperatura deberá de ser monitoreada para establecer que se cumplen con los parámetros de la misma y así garantizar la calidad de los productos.

Dicho lo anterior, la cadena de frío es otro tema que se abordará en el presente trabajo. En su investigación, Arriaga (2020) concluye que la pérdida de cadena de frío se debe a diferentes factores, entre ellos la deficiencia en los equipos de enfriamiento, falta de capacitación del personal, calibración deficiente de los instrumentos de medición de temperatura, entre otros. El aporte para esta investigación consiste en que los beneficios del presente proyecto es lograr la reducción de desechos por temas de calidad, que ocurre porque los productos que se comercializan han sufrido una ruptura de la cadena de frío, que es la que permite mantener las especificaciones dadas al producto desde su producción.

Otro elemento que tiene una contribución e impacto directo con la correcta gestión de la cadena de frío, anteriormente mencionada, es el recurso humano. Olmedo (2020) hace énfasis en que el talento humano es un aspecto importante a considerar en un sistema de frío, ya que dichos sistemas necesitan de supervisión y disciplina en la ejecución de los procesos, para que estos sean efectivos.

El aporte para este estudio, es que confirma que el recurso humano debe de ser tomado en cuenta dentro del diseño del plan integral que se establecerá en el presente trabajo de investigación, ya que para lograr que dicho plan se ejecute con excelencia, es necesario que se cuente con el perfil adecuado de personal; que este cuente con la capacitación necesaria para cumplir con los requerimientos establecidos.





### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pérdida de la cadena de frío en los *cross dock* departamentales en las distintas regiones del país, está impactando en el resultado de la compañía, por las pérdidas económicas que representa el desecho de producto que se genera por el daño en la calidad de este. A su vez, hay impacto en el nivel de servicio al cliente por el incumplimiento de los requerimientos, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo.

#### 3.1. Descripción del problema

La distribuidora es una de las unidades de negocio de una corporación importante en el país, enfocada en productos alimenticios. Se manejan, principalmente, dos categorías de producto: productos avícolas y productos porcícolas. Dicha distribuidora es abastecida por medio de plantas de producción, ubicadas en diferentes partes del territorio nacional.

La red de distribución logística está conformada por tres *hubs*, dos centros de distribución y doce *cross dock*. Todos estos *sites* logísticos permiten la distribución de productos en las diferentes regiones del país.

Los *hubs* y centros de distribución permiten el almacenamiento de producto terminado dentro de cámaras, las cuales mantienen una temperatura controlada previamente configurada, dependiendo del tipo de producto que se almacenará, el cual puede ser fresco (refrigerado) o congelado.

Dichos *hubs* y centros de distribución pueden abastecer simultáneamente a nodos o puntos de trasiego, técnicamente conocidos como *cross dock*, los cuales permiten una distribución secundaria eficiente y de bajo costo.

A diferencia de los *hubs* o centros de distribución, los *cross dock* no cuentan con las condiciones idóneas para mantener la cadena de frío a lo largo de toda su operatividad. No poseen una estructura con las condiciones adecuadas para el trasiego de mercadería; esto obedece a que la inversión ejecutada en cadena de frío ha sido enfocada en los centros de distribución, en los cuales se almacena producto diferente a un *cross dock*, en el cual el producto solo se moviliza de una unidad de transporte abastecedora a una unidad de transporte repartidora y, por tal razón, se ha considerado innecesaria dicha inversión.

Otra oportunidad que existe es la falta de capacitación de los colaboradores en temas de cadena de frío, así como el establecimiento de controles para determinar si el producto en estos nodos logísticos mantiene la temperatura requerida durante todo el proceso por el que pasa. Lo anteriormente expuesto ocasiona devoluciones de producto por temas de calidad, lo que genera desechos y, por consiguiente, impacta en la rentabilidad del producto. A la vez, crea insatisfacción en los clientes, lo que genera un impacto en pérdida de venta y participación en el mercado.

### **3.2. Formulación del problema**

La cadena de frío que debe prevalecer en los *cross dock* departamentales, que permite el correcto trasiego y distribución secundaria de los productos que se comercializan en varias regiones del país, se rompe

debido a la falta de infraestructura adecuada, capacitación y procesos en estos *sites* logísticos.

### **3.2.1. Pregunta central**

¿Cuál es el mejor plan integral que asegure el mantenimiento de la cadena de frío en un centro logístico tipo *cross dock*?

### **3.2.2. Preguntas de investigación**

- ¿Cómo se maneja el producto terminado, desde que es recibido en un *cross dock* hasta que se despacha a las unidades de reparto del territorio?
- ¿Qué cambios en el proceso del manejo de los productos permitirá el uso adecuado de la cadena de frío que requiere la cadena de abastecimiento?
- ¿De qué manera se garantizará el cumplimiento de los nuevos procesos que permitirán mejorar el manejo de los productos en los *cross dock*?

### **3.3. Delimitación del problema**

A continuación, se definirá el tiempo que durará el estudio, así como lo ubicación en donde se realizará y el área específica de trabajo, a la vez se definirán las consecuencias de realizarla o no hacerlo.

### **3.3.1. Límite temporal**

El estudio iniciará en abril 2023 y finalizará en diciembre 2023.

### **3.3.2. Límite geográfico**

Empresa de comercialización y distribución de productos cárnicos, ubicada en la zona 12 de la Ciudad de Guatemala.

### **3.3.3. Límite espacial**

Área de distribución de logística secundaria de la empresa de comercialización y distribución de productos cárnicos.

## **3.4. Consecuencias de la investigación**

Con esta investigación se busca determinar las causas principales que ocasionan la pérdida de la cadena de frío en los nodos logísticos de trasiego o *cross dock* del área departamental, así como establecer el diseño de un plan integral, que permita el mantenimiento de la cadena de frío a lo largo de toda la cadena de distribución logística.

### **3.4.1. De realizarse**

El objetivo de la investigación es otorgar a la operación el diseño de un plan integral, que permita durante la ejecución de la actividad de distribución secundaria mantener la cadena de frío de los productos.

De realizarse la investigación, los beneficios son los siguientes: incremento en el nivel de servicio hacia los clientes, reducción de costos por impacto de productos a desechar, reducción de tiempo de jornada por la disminución de producto al cual se le debe realizar el proceso de devolución, incremento en la efectividad de entrega y de despacho, incremento en las ventas, entre otros.

#### **3.4.2. De no realizarse**

Al no encontrarse una solución de la problemática que origina la pérdida de la cadena de frío en los productos, continuarán las pérdidas considerables en la empresa de comercialización y distribución de productos cárnicos en los siguientes factores:

Disminución en la participación del mercado de la empresa, pérdidas económicas por impacto en costo (debido a los productos a desechar), disminución en el nivel de servicio al cliente, pérdida de venta, incremento en las jornadas de trabajo por el tiempo utilizado en procesos de devolución, entre otros.



## 4. JUSTIFICACIÓN

Este estudio se sitúa dentro de la línea de investigación de Gestión de la Cadena de Suministros en el área de Sistemas Integrados de Gestión, de la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se enfoca en establecer una propuesta integral para el manejo de la cadena de frío dentro un *cross dock*, el cual forma parte de la cadena de suministro de la empresa.

La necesidad de efectuar esta investigación es para buscar la manera adecuada de manejar el producto terminado, que requiere una temperatura específica al momento de su recepción y trasiego en ciertos nodos o *sites* logísticos, desde los cuales se realiza la distribución secundaria de la mercadería en la región o territorio correspondiente.

La importancia de esta investigación es la cadena de frío por el tipo de productos que se manejan, de ella depende la calidad de estos y, por consiguiente, la satisfacción del cliente. En ese sentido, se busca que el mantenimiento de esta no solo se ejecute en los centros de distribución, sino también en cada uno de los puntos en donde es manipulada la mercadería.

La motivación de esta investigación es encontrar la manera idónea de operar en un *cross dock*, para lograr que el producto mantenga su especificación hasta la entrega al cliente final. Lo anterior, busca mejorar varios indicadores importantes, que permitirán mejorar la rentabilidad del negocio e incrementar el nivel de satisfacción de los clientes o consumidores.

Dentro de los beneficios de esta investigación, se busca la reducción de producto de desecho, mejorar el nivel de servicio al cliente, reducir la cantidad de merma del producto, mejorar la efectividad de entrega (que es un indicador de reparto y que impacta en el salario variable de dicha área), garantizar los días de vida que la ficha técnica del producto establece y reducir la cantidad de reclamos, entre otros.

Los beneficiarios de esta investigación serán los colaboradores que operan los *sites* logísticos departamentales, ya que permite la reducción del retrabajo, lo cual se traduce en una disminución de sus jornadas laborales, porque al incrementarse impactan en su bienestar laboral. La empresa se beneficia porque incrementa sus ingresos y, por lo tanto, la rentabilidad de esta y los clientes, debido a que se satisfacen sus necesidades y expectativas.



## 5. OBJETIVOS

### 5.1. General

Diseñar un plan integral que asegure el mantenimiento de la cadena de frío en un centro logístico tipo *cross dock*.

### 5.2. Específicos

- Realizar un diagnóstico del proceso ya definido de manejo de producto terminado, desde que es recibido en un *cross dock* hasta que se despacha a las unidades de reparto.
- Diseñar un plan integral que incluya capacitación, cambios en procesos y de infraestructura, para satisfacer las necesidades de cadena de frío de la operación.
- Diseñar indicadores que confirmen el cumplimiento de procesos, para garantizar el buen manejo de los productos en un *cross dock*.



## 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En el presente estudio se realizará una propuesta de un plan integral, que permita el mantenimiento de la cadena de frío en ubicaciones logísticas tipo *cross dock* del área departamental de Guatemala, en una empresa de comercialización y distribución de productos cárnicos. La necesidad de efectuar este plan surge a partir de los impactos que se generan en la calidad de los productos, el nivel de satisfacción de los clientes y costos de operación por la pérdida de dicha cadena durante el proceso de distribución logística de los productos que se comercializan.

El esquema de solución se puede visualizar en la figura 1. En esta se describen las fases del estudio, iniciando con la fase documental, en la cual se robustecerán los conocimientos a través de bibliografía relacionada con el tema en estudio. A la vez, se solicitará todo el material escrito con el que cuenta la empresa como procedimientos, controles y reportes, entre otros. Como segunda fase se tiene la parte del diagnóstico, el cual se hará por medio de la observación del proceso en diferentes centros logísticos, entrevistas a los colaboradores y consultas a los mismos, para entender de mejor manera la problemática y posibles soluciones.

Ya en la fase tres o definición de la estrategia o el modelo a plantear, se analizará la información otorgada por parte la empresa, la reunida en la observación del proceso y se determinará qué oportunidades de mejora se tienen, para posteriormente aterrizar en las alternativas de solución inmediatas, de mediano y largo plazo. Por último, está la fase de diseño de la evaluación de

desempeño del proceso, en el cual se establecerán los controles o indicadores de gestión, que permitirán determinar si el proceso se ejecuta adecuadamente.

Figura 1. **Fases de la investigación**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Industria de productos cárnicos**

La industria de producto cárnico es un negocio rentable en Guatemala; esto se debe a la poca cantidad de empresas que manejan estos productos y por el alto consumo que existe, principalmente de producto avícola. “La carne de los animales constituye la base de la alimentación humana, y su industria es una de las más importantes en el ámbito de la alimentación” (Pardo, Pérez, Parra y Legorburo, 1998, p. 21). Pero, qué es lo que la hace tan importante: “Se trata de un alimento excelente por su alto valor nutritivo, debido a la riqueza proteica de su constitución. En un sentido distinto, la carne es uno de los alimentos más perecederos” (Pardo et al., 1998, p.21).

#### **7.1.1. Giro de negocio**

Esta empresa pertenece a una corporación importante, que dentro de sus unidades de negocio cuenta con una distribuidora que se dedica a la comercialización y distribución de productos avícolas y porcícolas. Dicha distribuidora es abastecida por las plantas de producción que están situadas en diferentes ubicaciones del territorio guatemalteco, las cuales, a su vez, reciben la materia prima que llega directamente de las granjas de cerdos y aves, que también tienen distintas localidades dentro de la república de Guatemala.

### **7.1.2. Áreas de trabajo**

Dentro de las áreas de trabajo que componen la empresa, se pueden mencionar:

- Área comercial: donde se encargan de la comercialización de los canales de detalle, tradicional o mercados, supermercados y *food service*.
- Área logística: tiene a su cargo el área de operaciones (almacenes), logística primaria y logística secundaria.
- Área de recursos humanos
- Área legal
- Área administrativa
- Área financiera

A la vez, se recibe un soporte de estructuras regionales que se mencionan a continuación:

- Área de planificación del abasto
- Área de desarrollo logístico y mejora continua
- Área de flotas y conservación industrial

### **7.1.3. Descripción del proceso de abasto y logístico**

Para el entendimiento de todo el proceso que involucra la cadena de suministro del negocio, es importante detallar dos grandes macroprocesos: el proceso de abasto, que inicia con el establecimiento de la demanda, y el proceso logístico, que incluye todos los eslabones como el transporte primario, operación de almacenes y distribución de los productos hasta el cliente final.

### **7.1.3.1. Proceso de abasto**

Todo inicia con la recopilación de la proyección de venta por parte del equipo de demanda, que utiliza información trasladada por parte del equipo comercial. Dicha información es consensuada con base en los requerimientos de la compañía, capacidad de plantas productoras y restricciones de materias primas o materiales, si existieran. Posterior al proceso anteriormente mencionado, toda la información recopilada se convierte en un plan que se ejecutará en la cantidad de meses que se establezcan por parte de la empresa, con los que se deben de manejar las proyecciones.

Al contar con el plan final, el departamento de Planificación del abasto es el responsable de su cumplimiento. En el proceso, dicho departamento revisa inventarios en cantidad y fechas de vencimiento, para determinar cuál es el inventario real con el que se cuenta para cumplir con los requerimientos del plan de demanda; el complemento que se necesita hay que solicitarlo a las plantas productoras o procesadoras. Es importante mencionar que debe mantenerse un inventario de seguridad, para cubrir los picos de demanda que ocurran fuera del plan consensuado previamente.

Por último, se hacen solicitudes de pedido a las plantas y se coordina transporte con el área de logística primaria, para que el producto solicitado llegue a los centros de distribución que correspondan.

### **7.1.3.2. Proceso logístico**

El proceso logístico inicia desde el momento en que existe coordinación por parte del equipo de logística primaria de los transportes que se posicionarán, según la programación en las plantas productoras o

procesadoras. Es importante mencionar que estos transportes cuentan con un sistema y especificación, que permite mantener el producto, que movilizan, a una temperatura controlada.

El tamaño de la unidad de transporte puede variar de capacidad, según la necesidad que se tenga, pero lo que se busca, por reducción de costos, es optimizar al máximo el mismo. Además, estos llevan el producto a los diferentes centros de distribución del país, en los cuales los productos o mercadería son recibidos y almacenados. Dicho almacenamiento requiere de una gestión de resguardo y rotación adecuada del inventario, el cual se hace en bodegas climatizadas también llamadas cámaras frías, ya que en ellas se busca que el producto, a través de la temperatura, mantenga las características que le permitan conservar su calidad.

La estadía del producto en los almacenes dura hasta el momento en que ingresan pedidos, los cuales se gestionan para su preparación y despacho a clientes de los distintos canales de venta. Estos pedidos son despachados en dos modalidades. La primera: son cargados en los centros de distribución a unidades de reparto, según programación de los clientes. Estas unidades de reparto también tienen la capacidad de mantener una temperatura controlada, para el resguardo del producto hasta el momento en que este es entregado al cliente en el punto de venta.

La segunda modalidad de distribución y despacho de los pedidos es por medio de envío en unidades abastecedoras hacia centros o nodos logísticos llamados *cross dock*, los cuales son únicamente puntos de trasiego de la mercadería de la unidad abastecedora hacia unidades de reparto más pequeñas. Esta modalidad tipo *cross dock* busca reducir costos de almacenaje y otros. Principalmente están ubicados en áreas departamentales del país; en



total se cuenta con doce de este tipo de ubicaciones. Por el contrario, los centros de distribución, los cuales son cinco en todo el país, son centros de acopio de mercancías y están ubicados en territorios estratégicos.

Toda la labor de almacenaje y distribución anteriormente expuesta ocurre en centros y transporte que cuenta con las características necesarias, para mantener la temperatura controlada que el producto necesita, para que conserve las características y calidad que la compañía ofrece.

## **7.2. Cadena de frío en la cadena de suministro**

En cuanto a la cadena de frío, Carvajal y Uribe (2016) indican que la cadena de frío es un proceso en el cual cada eslabón es determinante, para garantizar que la temperatura de los alimentos se mantenga en condiciones óptimas para su consumo.

En otras palabras, la cadena de frío es un factor determinante en la industria, que requiere de temperatura controlada para el manejo de sus productos, la cual incide en la calidad y, por lo tanto, puede tener un impacto positivo o negativo en los clientes, así como para la compañía.

### **7.2.1. Normativas aplicables al área de logística**

Según las normas que rigen el almacenamiento y transporte en Guatemala, para garantizar el mantenimiento de la cadena de frío en los alimentos y, principalmente, en productos cárnicos, que es el producto en el que se basa la presente investigación. El producto refrigerado debe almacenarse y transportarse a una temperatura  $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ; el producto congelado debe almacenarse y transportarse a una temperatura  $\leq -18^{\circ}\text{C}$ . (Comisión

Guatemalteca de Norma [COGUANOR], 1999). El objetivo de mantener estas temperaturas es el evitar el crecimiento de microorganismos con un potencial patógeno.

## **7.2.2. Infraestructura logística**

Con el fin de garantizar la cadena de frío a lo largo de la cadena de suministro, es esencial tener la infraestructura adecuada, que permita mantener el control de la temperatura requerida. Es por ello, que la industria no debe de escatimar gastos, ya que la calidad de los productos depende en buena medida de este factor, tan importante. En ese sentido, Orrego (2003) menciona que la disminución de la temperatura permite el incremento de la vida útil de los productos, ya que disminuye la crecimiento o proliferación de los microorganismos.

### **7.2.2.1. Almacenes**

Los almacenes de este tipo de industria, que requiere el almacenaje de sus productos a temperaturas controladas, son conocidos como cuartos fríos o cámaras frías, entre otros. Estas instalaciones tienen el tamaño que requiere el producto a resguardar y el nivel de inventarios que se desee manejar. Pau y De Navascués (2001) indican que dentro de los almacenes que requieren de temperatura controlada se manejan dos tipos: de producto fresco y congelado. Dichas instalaciones deben de contar con una especificación técnica especial para sus pisos, paredes y techos.

Normalmente, las paredes y techos poseen un recubrimiento aislante, el cual permite mantener la temperatura interna que otorgan los dispositivos o equipos de refrigeración que sean instalados; estos tienen una capacidad que

depende de la cantidad de producto que se almacenará y de las dimensiones del lugar. Es importante mencionar que las puertas o compuertas que poseen estas estructuras, que dan al exterior, deben ser herméticas, para que la temperatura del exterior o ambiente no altere la temperatura interna del centro, almacén o cámara. A la vez, dichas puertas deben tener sellos que permitan que al momento de que una unidad de transporte cargue o descargue producto, también pueda mantenerse la hermeticidad mencionada.

Figura 2. **Cámara fría**



Fuente: [Fotografía de Juan Pablo Coronado]. (zona 12, Guatemala. 2023).  
Colección particular. Guatemala.

### **7.2.2.2. Transporte**

El transporte juega un papel muy importante para el mantenimiento de la cadena de frío en la cadena de suministro. El mantenimiento preventivo de estos es vital para su perfecto funcionamiento, ya que los equipos o unidades de refrigeración que utilizan para conservar la temperatura que requieren los productos que transportan, dependen de su perfecto estado.

Las paredes, techo y piso de estos vehículos poseen una especificación especial, ya que son elementos que contribuyen a mantener la temperatura interna de la unidad de transporte. El transporte, a su vez, posee dispositivos o equipos de refrigeración que varían su capacidad, dependiendo del tamaño de la unidad y la temperatura que se desea manejar; todos estos requerimientos hacen que la inversión del transporte sea elevada. Ballou (2004) indica que este tratamiento especial al producto incrementa el costo de operación o distribución de la mercancía, lo cual impacta en la rentabilidad de la empresa.

Figura 3. **Transporte refrigerado**



Fuente: [Fotografía de Juan Pablo Coronado]. (zona 12, Guatemala. 2023).  
Colección particular. Guatemala.

### **7.2.3. Problemas de calidad por pérdida de la cadena de frío**

Existen varios problemas que surgen por pérdida de la cadena de frío en los alimentos que la requieren. Principalmente ocasiona cambios en sus características físicas y organolépticas. También puede generar olores ofensivos y cambios en su consistencia. Cabe mencionar que ingerir alimentos

que han sufrido estos cambios pueden ocasionar problemas a la salud de los clientes o consumidores.

“En el sector de alimentos, se presentan grandes pérdidas económicas generadas por las ineficiencias térmicas en eslabones de la cadena de frío desde su producción, transporte, almacenamiento; hasta su comercialización” (Cely, 2017, p. 31).

Entre algunos ejemplos de los problemas de calidad y que ocasionan las pérdidas mencionadas, podemos exponer: la pérdida de vacío de los empaques que lo requieren, mala apariencia como tonalidad no adecuada del producto y descomposición de este; todo esto provoca grandes cantidades de desecho que se traduce en gasto y por consiguiente impacta en la rentabilidad de la compañía.

La razón principal de la descomposición de los alimentos se debe a microorganismos inherentes del producto. Plank (2005) indica que el crecimiento de estos microorganismos disminuye con temperaturas bajas; no es que mueran, sino que disminuye su velocidad de crecimiento, el cual se acelera al momento en que los alimentos se exponen a grados de temperatura más alta.

### **7.3. Metodología para el mantenimiento de la cadena de frío**

La metodología o propuesta de diseño para un plan integral que permita el mantenimiento de la cadena de frío, está fundamentada en cuatro pilares que posibilitan la sostenibilidad a lo largo del tiempo en la cadena de suministro. A continuación, se detallarán esos pilares o frentes de trabajo que garanticen el éxito de la propuesta.

### **7.3.1. Infraestructura**

La infraestructura adecuada para la industria que requiere almacenar o manipular productos que necesiten temperatura controlada, es un gran reto para la cadena de suministro, ya que el éxito de su gestión depende de evitar a toda costa la pérdida de la cadena de frío en uno de sus eslabones.

Para tener un mejor entendimiento de lo que es la infraestructura logística, Anaya (2014) indica que se compone de todos los medios que una empresa utiliza para poder distribuir físicamente sus productos; esto incluye los almacenes, flota de transporte y plataformas de distribución, y que estas pueden ser propias o bien pueden ser tercerizadas.

Los almacenes requieren principalmente de costos altos de mantenimiento; la inversión inicial es demasiado elevada. Rapin y Jacquard (1996) detallan la especificación técnica de la construcción de un cuarto o almacén frío, que por el aislamiento térmico que sus paredes requieren elevan sus costos; este detalle incluye la especificación del suelo, que por las bajas temperaturas que se manejan deben de ser de cierto espesor y mezcla de componentes para que este no se agriete o fisure.

### **7.3.2. Proceso**

Establecer los pasos a seguir es fundamental para la correcta ejecución de un proceso y para el logro de resultados requeridos.

“La Gestión por procesos es la vía para lograr plena satisfacción de los clientes por la forma en que permite identificar sus necesidades, para

determinar cómo cumplir entonces con sus requisitos y finalmente lograr esa satisfacción” (Agudelo y Escobar, 2012, p. 65).

La responsabilidad de seguir un proceso permite la creación de una cultura de disciplina en las organizaciones, lo cual contribuye en la reducción de errores que pueden llegar a tener consecuencias de diferentes tipos, retrabajos que generan gastos adicionales. También reduce el tiempo que requieren el logro de metas u objetivos y permite la consistencia y sostenibilidad de resultados a lo largo del tiempo.

### **7.3.3. Capacitación**

“La capacitación consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa u organización y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador” (Siliceo, 2004, p. 25). La gente capacitada transforma sus áreas de trabajo y contribuye con el logro de metas para la generación de resultados.

### **7.3.4. Controles**

Debido a la alta demanda a nivel internacional que tienen los productos cárnicos de todo tipo para el consumo humano, así como el peligro que estos representan si se consumen en condiciones no aptas o fuera de sus especificaciones, hay organismos internacionales que determinan el nivel de controles rigurosos y continuos que deben de tener los procesos en donde sean manejados estos productos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, en inglés], 1991). Estos controles pueden incluir inspecciones constantes de los equipos de supervisión, auditorías por parte de áreas de trabajo dedicadas a mantener las regulaciones

gubernamentales en temas sanitarios y ambientales, entre otros, para determinar oportunidades de mejora en los procesos y garantizar no solo el licenciamiento de funcionamiento de los establecimientos que operan, sino la calidad y en consecuencia la satisfacción y salud para los clientes o consumidores.

Existen dispositivos que se utilizan para controlar la temperatura de forma continua, los cuales pueden proporcionarnos información exacta de la misma. Respecto a estos dispositivos, Arauco (2018) propone el *data logger*, el cual es un dispositivo electrónico de precisión que registra datos de temperatura y de tiempos.



## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Industria de productos cárnicos
  - 1.1.1. Giro de negocio
  - 1.1.2. Áreas de trabajo
  - 1.1.3. Descripción del proceso de abasto y logístico
    - 1.1.3.1. Proceso de abasto
    - 1.1.3.2. Proceso logístico
- 1.2. Cadena de frío en la cadena de suministro
  - 1.2.1. Normativos aplicados al área de logística
  - 1.2.2. Infraestructura logística
    - 1.2.2.1. Almacenes
    - 1.2.2.2. Transporte
  - 1.2.3. Problemas de calidad por la pérdida de la cadena de frío
- 1.3. Metodología para el mantenimiento de la cadena de frío

- 1.3.1. Infraestructura
- 1.3.2. Proceso
- 1.3.3. Capacitación
- 1.3.4. Controles

## 2. RECOLECCIÓN DE DATOS

- 2.1. Revisión documental
- 2.2. Diagnóstico del proceso
- 2.3. Diseño de modelo de trabajo
- 2.4. Definición de evaluación de desempeño

## 3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 3.1. Discusión de resultados

## 4. ANÁLISIS DE COSTOS / ANÁLISIS FINANCIERO

- 4.1. Valor Actual Neto
- 4.2. Tasa Interna de Retorno

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

El presente trabajo de investigación es de tipo no experimental, ya que se utilizará la experiencia del manejo de la cadena de frío de la empresa, para poner en práctica procesos funcionales ya establecidos. Al mismo tiempo, es una investigación de tipo transversal, ya que se analizará el proceso con el propósito de mejorarlo para que este sea funcional. Por último, tiene un enfoque mixto porque se analizarán variables cuantitativas y cualitativas que contribuirán a determinar las oportunidades de mejora.

### **9.1. Enfoque**

La presente investigación tiene un enfoque mixto, es decir que se compone tanto de análisis cuantitativo como cualitativo. La parte cualitativa se ejecutará por medio de la observación en campo, en distintas ubicaciones logísticas, con el objetivo de tener un mejor entendimiento del proceso; en la parte cuantitativa se revisarán reportes de temperatura, reporte de desechos, cantidad de producto despachado, entre otros.

### **9.2. Diseño**

Es de diseño no experimental porque se utilizará principalmente la experiencia del manejo de la cadena de frío de la empresa, para poner en práctica procesos funcionales ya establecidos y así poder garantizar los resultados de lo que se plantee como propuesta. Además, con la información de reportería con la que se cuente, se graficarán tendencias para entender ciertos

comportamientos, así como también se establecerán patrones por medio de resultados de la aplicación de estadística básica.

### **9.3. Tipo**

Se aplicará el estudio de tipo transversal, ya que se analizará el proceso correspondiente con el propósito de mejorarlo para que sea funcional con base en los requerimientos deseados. A pesar de que se cuenta con varios nodos logísticos tipo *cross dock*, todos manejan un proceso estándar, lo que ayudará a no tener que analizar el 100 % de las ubicaciones para entender su funcionamiento y establecer las mejoras que correspondan.

### **9.4. Alcance**

La investigación será de alcance explicativo, ya que el estudio se centrará en explicar por qué ocurre la pérdida de la cadena de frío y por qué condiciones ocurre. También es importante exponer las variables que interactúan y cuáles deben de ser las condiciones de estas para que no afecten el proceso.

### **9.5. Variables e indicadores**

A continuación, se da una descripción de las variables e indicadores que se utilizarán durante el desarrollo del estudio de investigación.

### 9.5.1. Variables cuantitativas

En esta sección se detallarán las variables que se emplearán en el estudio, que implicarán una cuantificación para medir el cumplimiento de un parámetro de interés, las cuales son las siguientes:

- Promedio de temperatura en °C: mide la temperatura del ambiente dentro del cual se opera el proceso.

$$\text{Promedio temperatura} = \frac{\text{n muestras de temperatura tomadas en } ^\circ\text{C}}{\text{cantidad de muestras tomadas}}$$

- Porcentaje de desecho: mide el porcentaje de desecho que se genera en base a la venta total.

$$\% \text{ desecho} = \frac{\text{libras de desecho}}{\text{libras de desecho vendidas}} \times 100$$

### 9.5.2. Variables cualitativas

Las variables cualitativas que se pretenden utilizar durante la investigación se recopilarán mediante la observación directa, ya que de esta manera se puede corroborar si se cumple con lo requerido. A continuación, se presentan las variables cualitativas que servirán para realizar la investigación propuesta.

- Porcentaje de cumplimiento del proceso: es el porcentaje de actividades que se cumplen del total de actividades que posee el proceso.

$$\% \text{ Cumplimiento del proceso} = \frac{\text{No. de actividades que se cumplen}}{\text{número total actividades}} \times 100$$

## 9.6. Matriz de consistencia

A continuación, se detallan los objetivos del estudio, así como las variables que se medirán y la forma de hacerlo.

Tabla I. **Matriz de consistencia**

OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN
Realizar un diagnóstico del proceso ya definido de manejo de producto terminado, desde que es recibido en un <i>cross dock</i> hasta que se despacha a las unidades de reparto	Cadena de frío	Permite mantener la calidad del producto en toda la cadena de suministro	Cualitativa	Condiciones iniciales	Lista de chequeo Observación
Diseñar un plan integral que incluya capacitación, cambios en procesos y de infraestructura para satisfacer las necesidades de la cadena de frío de la operación	Proceso	Serie de pasos a seguir que garanticen el cumplimiento de los objetivos por el cual fue diseñado	Cualitativa	% Cumplimiento	Lista de chequeo Observación Entrevista
Diseñar indicadores que confirmen el cumplimiento de procesos para garantizar el buen manejo de los productos en un <i>cross dock</i>	Temperatura	Permite determinar si los parámetros en los que se opera son los adecuados	Cuantitativa	Promedio de temperatura	Toma de muestras
	Desecho	Cantidad de producto desechado por pérdida de cadena de frío	Cuantitativa	% de desecho	Reportería histórica

Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

En la siguiente matriz de consistencia se observa la relación de estudio de los objetivos con las variables planteadas, con base en las necesidades encontradas en la problemática de la investigación.

## **9.7. Fases de la investigación**

La investigación se efectuará por medio de cuatro fases:

- Fase uno: revisión documental

En la primera fase se realizará una consulta de todas las bibliografías posibles relacionadas al tema, para enriquecer los conocimientos de cadena de frío y las variables que influyen en esta. Con base en la información investigada, se tendrá un mejor criterio para llegar a establecer la propuesta que permita que los resultados esperados sean los óptimos. A la vez, también se solicitará toda la documentación que se tenga disponible y que pueda contribuir con la siguiente fase de la investigación. Dentro de esta documentación podrá solicitarse: procedimientos escritos y reportes, entre otros.

- Fase dos: diagnóstico del proceso

Se hará una inspección en varios centros tipo *cross dock*, con el objetivo de que por medio de la observación pueda comprenderse de mejor forma el proceso, para tener objetividad al momento de determinar oportunidades de mejora y de plantear una propuesta de solución. Además, se revisarán condiciones de infraestructura y diseño, tanto de la misma como de las ubicaciones. También se tendrán entrevistas con los colaboradores, para determinar el nivel de capacitación y conocimiento respecto del tema en estudio y manejo de indicadores de gestión de su área.

- Fase tres: diseño de modelo de trabajo

Mediante el análisis de la información recopilada, se diseñará la propuesta del modelo para su presentación y obtención de conclusiones. El diseño de dicha propuesta iniciará con la elaboración del plan de trabajo y cómo este y sus fases se ejecutarán a través del tiempo. Se trabajará el diseño de la infraestructura que permita operar correctamente, también la elaboración del nuevo proceso con base en las oportunidades encontradas. Seguido, se trabajará en los temas de capacitación a poner en marcha, la elaboración del material para dichas capacitaciones, así como el despliegue y programación de capacitaciones.

Otro tema importante a trabajar es la estructura adecuada de personal, perfiles y descriptores de puesto y, por último, la elaboración del plan de seguridad industrial y medio ambiente, ya que por el tipo de negocio existe un monitoreo constante de entidades gubernamentales que auditan los procesos y establecen requerimientos de este tipo.

- Fase cuatro: definición de evaluación de desempeño

En esta fase se definirán los indicadores de medición para la correcta gestión del plan; también se elaborarán los tableros que permitirán monitorear estos indicadores con frecuencia, para determinar si el proceso se encuentra bajo control o bien alertar a los colaboradores cuando exista variación brusca en las mediciones, para que puedan hacerse los ajustes necesarios, que permitan mantener las condiciones que necesita la operación para funcionar correctamente.



## 9.8. Población y muestra

Para el desarrollo de la investigación se ha determinado tomar todos los centros logísticos tipo *cross dock*, en total son 12, y a toda la población del área de operaciones que labora en ellos, que en total son 24 colaboradores.

Aplicando el análisis de muestreo estadístico con un nivel de confianza del 95 % y con un error del 5 %, se calcula el tamaño de la muestra:

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

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

$\sigma$  = desviación estándar de la población

Z = tipificación del nivel de confianza de la distribución normal

e = error de la muestra

Tabla II. **Cálculo de muestra**

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
N =	24
Z =	1.96
$\sigma$ =	0.5
e =	0.05
n =	24

Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

Debido a que la cantidad de colaboradores es relativamente pequeña, no se determinará una muestra para el estudio, sino que se tomará a toda la población.

## **9.9. Técnicas y metodología**

Dentro de las técnicas, metodologías y herramientas a utilizar podemos mencionar:

- **Observación:** por medio de esta técnica se pretende entender el funcionamiento de la operación o el proceso que se ejecuta. Lo que obtendremos de dicha técnica son las oportunidades o desviaciones que tiene el proceso respecto de lo que teóricamente debería de ser.
- **Entrevistas:** por medio de las entrevistas a los colaboradores que intervienen en el proceso, se podrá determinar las necesidades que ellos ven en la operación y, a la vez, permitirá la recopilación de ideas de los colaboradores, para mejorar el problema en estudio. A la vez, se determinará el nivel de entendimiento que poseen de la problemática y cómo estos impactan en el proceso. También se establecerá si es necesaria la capacitación para su mejor desempeño del puesto y gestión de sus asignaciones.
- **Lista de chequeo:** por medio de la lista de chequeo se podrá determinar si se cumplen los puntos previamente establecidos, a través de la obtención de conocimiento teórico relacionado al tema y a la problemática, con el objetivo de obtener una calificación de la situación actual, para que posteriormente a la implementación, si la empresa llega a aprobar la propuesta y la ejecuta, por medio de la hoja de chequeo

puedan determinar el éxito u oportunidad de mejora de dicha implementación.

#### **9.10. Resultados esperados**

Los resultados que se esperan al seguir la metodología anteriormente propuesta son positivos, ya que la revisión documental permitirá tener un mejor entendimiento del proceso actual; la recopilación de datos, por medio de las diferentes herramientas que se utilizarán, contribuirá para robustecer ese entendimiento y para establecer o determinar las oportunidades de mejora y posibles soluciones al problema en estudio.



## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para analizar la información resultante se procederá a realizar un análisis, utilizando herramientas de estadística descriptiva y estadística básica. Esto permitirá predecir algunos comportamientos que posteriormente ayudarán a determinar qué tan fuera de los parámetros requeridos se encuentra el sistema. A la vez, esto contribuirá a la identificación de las principales causales de la problemática. Dentro de las herramientas que se utilizarán pueden mencionarse las siguientes:

- Gráficos de medición de temperatura
- Pareto de causas de la pérdida de la cadena de frío
- Pareto de los productos de mayor cantidad de desecho
- Diagramas de flujo de proceso

Las herramientas estadísticas que se utilizarán serán:

- Media

La media es una medida de tendencia central que indica el valor central de un conjunto de datos. Se calcula sumando todos los valores de los datos y dividiéndolos por la cantidad total de datos. Esta de igual manera servirá al momento de la medición de temperatura, para determinar el promedio en el cual se encuentra normalmente esta medición.

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{N}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Es la media

$x_i$  = Es cada muestra de temperatura

$N$  = Es el número de muestras

- Desviación estándar

La desviación estándar es una medida de dispersión que indica cuánto se alejan los datos de la media. Es decir, muestra cuánto varían los datos en relación con la media. Esta nos servirá al momento de la toma de temperatura del proceso, nos indicará que tanta desviación existe en los picos de temperatura que ocurren tanto hacia arriba como hacia abajo.

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

Donde:

$x_i$  = Cada muestra de temperatura realizada

$\bar{X}$  = Media aritmética de las tomas de temperatura

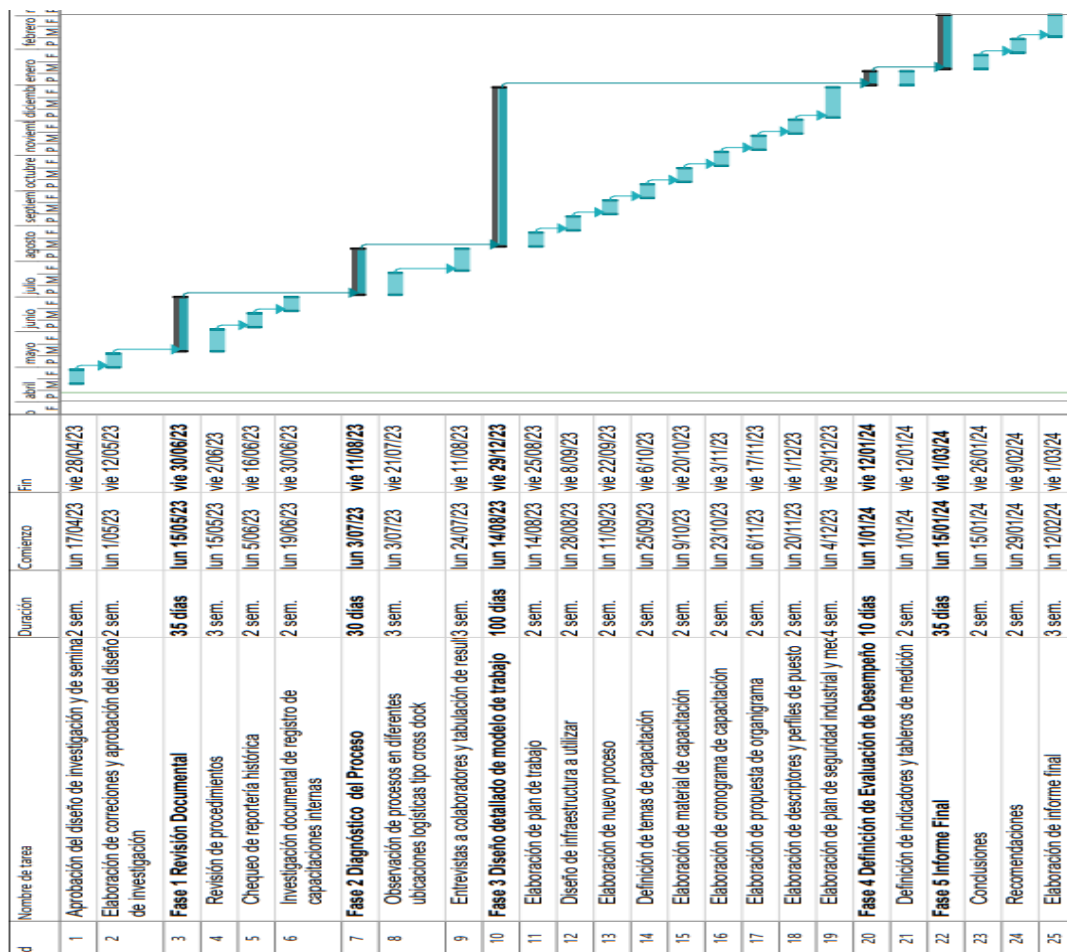
$N$  = Número de muestras o tomas de temperatura

$\sigma$  = Desviación estándar

## 11. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma de actividades detalladas de las diferentes fases de desarrollo de la investigación hasta la elaboración del informe final.

Figura 4. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Project.





## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizará con recursos propios del estudiante de maestría. Siendo la investigación descriptiva, se tendrán en cuenta los siguientes recursos:

Tabla III. Recursos necesarios para la investigación

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
<b>Recursos Humano</b>			
Honorarios Asesor	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00
<b>Recursos Materiales</b>			
Resma de papel	2	Q 50.00	Q 100.00
Tinta de impresora	2	Q 250.00	Q 500.00
Útiles varios			Q 500.00
<b>Servicios</b>			
Mensualidad de internet	12	Q 250.00	Q 3,000.00
<b>Total</b>			<b>Q 6,600.00</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Debido a que los recursos aportados son suficientes para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio.



### 13. REFERENCIAS

1. Agudelo, L. y Escobar, J. (2012). *Gestión por procesos*. Medellín, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Recuperado de [www.google.com.gt/search?q=agudelo+t.+luis+fernando+gestion+por+procesos&oq=agudelo+t.+luis+fernando+gesti3n+por+procesos&aqs=chrome.69i57.6044j0j7&sourceid=chrome&espv=210&e](http://www.google.com.gt/search?q=agudelo+t.+luis+fernando+gestion+por+procesos&oq=agudelo+t.+luis+fernando+gesti3n+por+procesos&aqs=chrome.69i57.6044j0j7&sourceid=chrome&espv=210&e)
2. Anaya, J. (2014). *El diagnóstico logístico una metodología para promover mejoras competitivas*. Madrid, España: ESIC Editorial.
3. Arauco, J. (2018). *Prevención de la ruptura de cadena de frío mediante el uso del data logger en el puesto de salud Azapampa Chilca. Huancayo 2012 – 2016* (tesis de maestría). Universidad Nacional del Callao, Perú.
4. Arriaga, P. (2020). *Importancia de la cadena de frío de productos cárnicos en supermercados* (tesis de maestría). Universidad Autónoma Chapingo, México.
5. Ballou, R. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro*. Estado de México, México: Pearson Educación.

6. Barrios, L. (2020). *Procesamiento alternativo para la mejora de la preservación de productos cárnicos de pasta fina cocido. Abordaje de vallas y factibilidad* (tesis de maestría). Universidad Nacional de San Martín, Argentina.
7. Carvajal, M. y Uribe, L. (julio – diciembre, 2016). Análisis sobre el incumplimiento de la normatividad vigente frente a la cadena de frío en la red de distribución de las pymes del sector cárnico de bovinos en Bogotá. *Revista ingeniería, matemáticas y ciencias de la información*, 3(6), 59-67.
8. Castellanos, I. (2021). *Propuesta de optimización de la distribución secundaria de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. en la ciudad de Santa Marta a través de la implementación de una plataforma de cross docking* (tesis de maestría). Universidad Ean, Colombia.
9. Cely, V. (2017). *Medición de la productividad en procesos industriales que integren cadena de frío, basada en evaluaciones de exergoeconomía y ecoeficiencia* (tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
10. Comisión Guatemalteca de Norma [COGUANOR] (1999). *Norma guatemalteca obligatoria*. Guatemala: Autor.
11. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (1991). *Manual de control de la calidad de los alimentos*. Italia: Autor.

12. Olmedo, S. (2020). *Gestión de la cadena de frío y calidad del servicio de vacunación en infantes del Centro de Salud Valencia, Ecuador – 2020* (tesis de maestría). Universidad César Vallejo, Perú.
13. Orrego, C. (2003). *Procesamiento de alimentos*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
14. Pardo, J., Pérez, J., Parra, V. y Legorburo, A. (1998). *La industria cárnica. El sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos*. España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
15. Pau, J. y De Navascués, R. (2001). *Manual de logística integral*. España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
16. Plank, R. (2005). *El empleo del frío en la industria de la alimentación*. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.
17. Quiroa, Y. (2022). *Plan para la mejora de la productividad en empresa de logística y transporte pesado refrigerado ubicada en la república de Guatemala a través del mantenimiento productivo total (TPM)* (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
18. Rapin, P. y Jacquard, P. (1996). *Formulario del frío*. Barcelona, España: Editorial Marcombo, S.A.
19. Siliceo, A. (2004). *Capacitación y desarrollo de personal*. México D.F., México: Editorial Limusa, S.A. de C.V.



## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

TEMA	TÍTULO	PROBLEMA	PREGUNTA CENTRAL	PREGUNTAS SECUNDARIAS	OBJETIVO GUÍA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Gestión de la Cadena de Suministros	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL QUE PERMITA EL MANTENIMIENTO DE LA CADENA DE FRÍO EN <i>CROSS DOCK</i> DEPARTAMENTALES DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS	Pérdida de la cadena de frío en <i>cross dock</i> departamentales	¿Cuál es el mejor plan integral que asegure el mantenimiento de la cadena de frío en un centro logístico tipo <i>cross dock</i> ?	<p>¿Cómo se maneja el producto terminado desde que es recibido en un <i>cross dock</i> hasta que se despacha a las unidades de reparto del territorio?</p> <p>¿Qué cambios en el proceso del manejo de los productos permitirá el uso adecuado de la cadena de frío que requiere la cadena de abastecimiento?</p> <p>¿De qué manera se garantizará el cumplimiento de los nuevos procesos que permitirán mejorar el manejo de los productos en los <i>cross dock</i>?</p>	Diseñar un plan integral que asegure el mantenimiento de la cadena de frío en un centro logístico tipo <i>cross dock</i> .	<p>Realizar un diagnóstico del proceso ya definido de manejo de producto terminado desde que es recibido en un <i>cross dock</i> hasta que se despacha a las unidades de reparto.</p> <p>Diseñar un plan integral que incluya capacitación, cambios en procesos y de infraestructura para satisfacer las necesidades de cadena de frío de la operación.</p> <p>Diseñar indicadores que confirmen el cumplimiento de procesos para garantizar el buen manejo de los productos en un <i>cross dock</i>.</p>

Fuente: elaboración propia, realizado con Word.